



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

DISEÑO DE UNA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE 110/25 kV



MEMORIA

Autor:	Ángel Ródenas González
Director:	Juan José Mesas García
Convocatoria:	Junio 2018

RESUM

El present Treball Final de Grau consisteix en el disseny d'una subestació de distribució d'energia elèctrica, situada en un entorn rural, al municipi de Corçà.

La subestació està alimentada per dues línies d'alta tensió de 110 kV. L'alta tensió es transforma a mitja tensió de 25 kV per a la seva distribució als voltants.

El parc d'alta tensió és de tipus Exterior Convencional-Híbrida Blindada en SF₆ (hexafluorur de sofre). A l'estar la subestació construïda en una zona rural, aquest és el tipus més habitual per a 110 kV. Té una configuració de simple barra.

El parc de mitja tensió és de cabines interiors blindades aïllades en gas SF₆. Disposa d'una configuració de doble barra.

A part de la memòria tècnica, s'inclouen càlculs de la xarxa de terres, annex de seguretat i salut, plec de condicions tècniques, plànols i pressupost del projecte.

La memòria tècnica explica de forma descriptiva la subestació i les parts que la componen.

L'annex de seguretat i salut detalla les mesures de seguretat a tenir en compte durant l'obra.

El plec de condicions tècniques disposa de les característiques dels elements principals per a realitzar la instal·lació.

El pressupost mostra de forma desglossada les quantitats i preu requerits per a la construcció de la subestació.



RESUMEN

El presente Trabajo Final de Grado consiste en el diseño de una subestación de distribución de energía eléctrica, ubicada en un entorno rural, en el municipio de Corçà.

La subestación está alimentada por dos líneas de alta tensión de 110 kV. La alta tensión se transforma a media tensión de 25 kV para su distribución en los alrededores.

El parque de alta tensión es de tipo Exterior Convencional-Híbrida Blindada en SF₆ (hexafluoruro de azufre). Al estar la subestación construida en una zona rural, este es el tipo más habitual para 110 kV. Tiene una configuración de simple barra.

El parque de media tensión es de cabinas interiores blindadas aisladas en gas SF₆. Dispone de una configuración de doble barra.

A parte de la memoria técnica, se incluyen cálculos de la red de tierras, anexo de seguridad y salud, pliego de condiciones técnicas, planos y presupuesto del proyecto.

La memoria técnica explica de forma descriptiva la subestación y las partes que la componen.

El anexo de seguridad y salud detalla las medidas de seguridad a tener en cuenta durante la obra.

El pliego de condiciones técnicas dispone de las características de los elementos principales para realizar la instalación.

El presupuesto muestra de forma desglosada las cantidades y precio requeridos para la construcción de la subestación.



ABSTRACT

The present bachelor thesis consists of the design of a power distribution substation, located in a rural environment, in the municipality of Corçà.

The substation is powered by two 110 kV high voltage lines. The high voltage is transformed to medium voltage of 25 kV for its distribution in the surroundings.

The high voltage park is of Conventional-Hybrid Armoured type in SF₆ (sulphur hexafluoride). Because the substation is built in a rural area, this is the most usual type for 110 kV. It has a simple bar configuration.

The medium voltage park is of internal armoured cabins insulated in SF₆ gas. It has a double bar configuration.

Apart from the technical report, it has been included calculations of the land network, safety and health annex, technical specifications, plans and budget of the project.

The technical report explains in a descriptive way the substation and the parts that compose it.

The safety and health annex details the safety measures to be taken into account during the work.

The list of technical conditions has the characteristics of the main elements to perform the installation.

The budget shows in a disaggregated way the quantities and price required for the construction of the substation.



AGRADECIMIENTOS

Después de un intenso período de seis meses, escribo este apartado de agradecimientos para finalizar mi Trabajo Final de Grado. Ha sido un período de aprendizaje intenso. Escribir este trabajo ha requerido un gran esfuerzo y es por eso que me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado durante este proceso.

Primero de todo, me gustaría agradecer a mis compañeros de prácticas en Endesa por su colaboración. Habéis estado siempre ahí para ayudarme cuando lo necesitaba. Me gustaría nombrar a tres personas en particular: Antonio López Zurita, Francisco Javier Ugarte y Marc Ruaix Carrera. Daros muchas gracias por toda la información que me habéis dado sobre normativa y subestaciones de Endesa. Especialmente, agradecer a Marc Ruaix Carrera por dedicarme un poco de su tiempo en explicarme los principios básicos de las subestaciones y resolverme las dudas que me han surgido a lo largo del trabajo.

Además, me gustaría agradecer a Aurelio Álvarez González por enseñarme la subestación de Cassà de la Selva (Girona) y dedicar una mañana a explicarme su funcionamiento y los elementos principales que la componen.

Agradecer también a Oriol Aymerich Capdevila, por su ayuda en el apartado relacionado con la puesta a tierra.

Muchas gracias a mi tutor, Juan José Mesas García, por su valiosa ayuda y consejos durante estos seis meses. Gracias a ti, el trabajo ha sido completado satisfactoriamente.

Finalmente, y no por ello menos importante, mi familia. Me habéis dado ánimos cuando más los necesitaba y ayudado en los momentos difíciles.

Muchas gracias a todos. Sin vosotros no hubiera sido posible.



GLOSARIO

- SAT: Subestación eléctrica de alta tensión
- AIS: Air Insulated Switchgear (Subestación aislada en aire o convencional)
- GIS: Gas Insulated Switchgear (Subestación blindada o aislada en gas)
- HIS: Highly Integrated Switchgear (Subestación con tecnología híbrida)
- SF₆: hexafluoruro de azufre
- AE: Acceso Exterior
- A: Acceso Interior
- SICOP: Sistema Integrado Control y Protección
- UCS: Unidad de Control de la Subestación
- UCP: Unidades Control de Posición
- MT: Media Tensión
- BT: Baja Tensión
- AT: Alta Tensión
- CRA: Central Receptora de Alarmas
- SSAA: Servicios auxiliares
- CA: Corriente Alterna
- CC: Corriente Continua



Índice

RESUM	I
RESUMEN	III
ABSTRACT	V
AGRADECIMIENTOS	VII
GLOSARIO	IX
1. PREFACIO	1
1.1. ORIGEN Y CONSECUENCIAS DEL TRABAJO	1
1.2. MOTIVACIÓN.....	2
1.3. REQUERIMIENTOS PREVIOS	2
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1. OBJETO DEL TRABAJO	3
2.2. ALCANCE DEL TRABAJO	3
2.3. NORMATIVA APLICABLE	3
3. FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN	5
3.1. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN (SAT).....	5
3.1.1. Definición.....	5
3.1.2. Las subestaciones dentro del sistema eléctrico.....	5
3.1.3. Tipos.....	6
3.1.4. Características funcionales.....	7
3.2. ELEMENTOS PRINCIPALES.....	8
3.2.1. Barras	8
3.2.2. Posiciones, Celdas y Calles	8
3.2.3. Aparamenta	9
3.2.4. Parques	10
3.2.5. Edificaciones en subestaciones	10
3.3. CONFIGURACIONES	10
3.3.1. Simple Barra	11
3.3.2. Doble Barra.....	12
3.3.3. Interruptor y Medio.....	12
3.3.4. Anillo Simple	13

3.3.5.	Doble Barra y Doble Interruptor	14
3.3.6.	ByPass.....	14
3.3.7.	Barra de Transferencia.....	15
4.	ALCANCE DE LAS INSTALACIONES	17
4.1.	CONEXIÓN A LA RED	17
4.2.	CONFIGURACIÓN	17
4.2.1.	Parque de 110 kV	17
4.2.2.	Parque de 25 kV	17
4.2.3.	Transformación 110/25 kV	18
4.2.4.	Sistema de control y Protecciones.....	18
4.2.5.	Sistema de medida.....	18
4.2.6.	Sistema de servicios auxiliares.....	18
4.2.7.	Sistema de telecomunicaciones	19
4.2.8.	Sistema de puesta a tierra	19
4.2.9.	Sistema de seguridad.....	19
4.3.	PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO	19
5.	OBRA CIVIL, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS METÁLICAS	21
5.1.	OBRA CIVIL PARQUE INTEMPERIE.....	21
5.1.1.	Elección del terreno	21
5.1.2.	Estudio Geotécnico	22
5.1.2.1.	Geología de la zona	22
5.1.2.2.	Hidrogeología	23
5.1.2.3.	Excavabilidad.....	23
5.1.2.4.	Parámetros sísmicos de la zona	23
5.1.2.5.	Parámetros ecológicos.....	23
5.1.2.6.	Agresividad del terreno.....	25
5.1.3.	Movimiento de tierras	25
5.1.4.	Vallado perimetral	25
5.1.5.	Saneamientos y drenajes	25
5.1.6.	Conducción de cables de control y potencia	26
5.1.7.	Cimentaciones para soportes metálicos	26
5.1.8.	Cimentaciones para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite	26
5.2.	EDIFICIO	27

5.2.1.	Edificio de Control de Subestación.....	27
5.3.	ESTRUCTURA METÁLICA.....	28
5.4.	PINTADA DE EXTERIORES.....	28
5.5.	ACCESIBILIDAD DE LA SUBESTACIÓN	28
5.5.1.	Accesos al recinto de la subestación.....	29
5.5.2.	Accesos interiores en la subestación	29
6.	PARQUE DE 110 kV	31
6.1.	DESCRIPCIÓN.....	31
6.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES.....	31
6.2.1.	Módulos híbridos.....	31
6.2.2.	Transformadores de tensión capacitivos.....	38
6.2.3.	Pararrayos.....	39
6.2.4.	Transformador inductivo de barras	39
6.2.5.	Barras generales	40
6.2.6.	Conductores desnudos.....	40
7.	PARQUE DE 25 kV	41
7.1.	DESCRIPCIÓN.....	41
7.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES.....	44
7.2.1.	Características asignadas comunes.....	44
7.2.2.	Características asignadas de los componentes.....	44
7.2.3.	Conductores	45
8.	TRANSFORMACIÓN	47
8.1.	DESCRIPCIÓN.....	47
8.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES.....	47
9.	SISTEMA DE CONTROL	49
9.1.	TECNOLOGÍA	49
9.2.	FUNCIONES	49
9.3.	FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCS.....	49
9.4.	FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS UCP	50
9.5.	DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA	50
10.	SISTEMAS DE PROTECCIONES	51
10.1.	LÍNEAS 110 kV	51
10.2.	TRANSFORMADORES 110/25 kV	51

10.3. LÍNEAS MT.....	52
11. SISTEMA DE MEDIDA PARA FACTURACIÓN	53
12. SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES	55
12.1. SERVICIOS AUXILIARES DE C.A.....	56
12.1.1. Circuitos de C.A.	57
12.2. SERVICIOS AUXILIARES DE C.C.....	58
12.2.1. Circuitos de C.C.	59
13. TELECOMUNICACIONES	61
13.1. COMUNICACIONES PARA EL TELECONTROL.....	61
13.2. COMUNICACIONES PARA LAS PROTECCIONES	61
14. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	63
14.1. RED DE TIERRA INFERIOR	63
14.2. RED DE TIERRA AÉREA	65
15. SISTEMA DE ALUMBRADO	67
15.1. ALUMBRADO EXTERIOR	67
15.1.1. Alumbrado Parque AT.....	67
15.1.2. Alumbrado de Accesos y de la Valla Exterior	67
15.2. ALUMBRADO INTERIOR.....	67
15.2.1. Alumbrado sala Cuadro de Control y caseta SS.AA.....	67
15.2.2. Alumbrado sala Equipo MT.....	67
15.2.3. Alumbrado dependencias.....	68
15.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	68
16. SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (PCI)	69
16.1. ZONAS DE POSIBLE RIESGO DE INCENDIO	69
16.2. SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	69
16.3. EXTINTORES MÓVILES	70
17. SISTEMA ANTI-INTRUSISMO	71
17.1. OBJETO.....	71
17.2. CERRAMIENTOS	71
17.3. PUERTAS DE ACCESO	71
17.3.1. Instalaciones.....	71
17.3.2. Edificio de la SAT	71

17.4. CRITERIOS DE DISEÑO	72
17.4.1. Descripción	72
17.4.1.1. Central de alarmas.....	72
17.4.1.2. Consola de mando y programación.	72
17.4.1.3. Contactos magnéticos.	72
17.4.1.4. Detectores volumétricos duales (infrarrojos + micro-ondas).....	73
17.4.1.5. Sirena acústica.	73
18. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	75
18.1. INTRODUCCIÓN.....	75
18.2. OBRA CIVIL Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DERIVADAS DEL PROYECTO	75
18.3. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	79
18.3.1. Impactos sobre la geología / geomorfología	79
18.3.2. Impactos sobre la edafología	80
18.3.3. Impactos sobre la hidrología	82
18.3.4. Impactos sobre el aire/clima.....	83
18.3.5. Impactos sobre la vegetación.....	85
18.3.6. Impactos sobre la fauna	86
18.3.7. Impactos sobre el medio socioeconómico	87
18.3.8. Impactos sobre el paisaje	90
18.4. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.....	90
18.4.1. Medidas protectoras	91
18.4.2. Medidas correctoras.....	93
18.5. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	94
19. DOCUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PROYECTO	95
20. PRESUPUESTO	97
20.1. PRESUPUESTO TOTAL SAT 110/25 kV	97
20.2. PRESUPUESTO PROYECTO OBRA CIVIL SAT CORÇÀ 110/25 kV	97
20.2.1. Obra civil parque	97
20.2.2. Parque de intemperie.....	97
20.2.3. Edificio	98
20.2.4. Seguridad y salud.....	98
20.3. PRESUPUESTO PROYECTO ELECTROMECAÁNICO SAT CORÇÀ 110/25 kV.....	98
20.3.1. Montaje / Desmontaje potencia.....	98

20.3.2. Comunes subestación	99
20.4. PRESUPUESTO PROYECTO DE CONTROL SAT CORÇÀ 110/25 kV	100
20.4.1. Montajes / Sustituciones Control / Protección / Telecontrol	100
20.4.2. Comunes subestación	100
CONCLUSIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	103

1. PREFACIO

1.1. ORIGEN Y CONSECUENCIAS DEL TRABAJO

A principios del siglo actual, las condiciones de garantía del suministro eléctrico, y su calidad, en las comarcas de Girona en general, y en las del Gironès y el Baix Empordà en particular, eran muy deficientes. Las expectativas de crecimiento eran de tal magnitud, que condujeron, necesariamente, a prever la expansión de las redes de alta y media tensión, en las referidas comarcas, que son las de respectivas tensiones de funcionamiento de 110 y 25 kV.

A través de los años se han ido construyendo diferentes subestaciones por la comarca del Gironès para así reducir la excesiva longitud de las líneas de alta y media tensión y favorecer el mallado de red de 110 kV, mejorando al mismo tiempo los niveles de tensión.

En el presente proyecto, se ha decidido construir una subestación 110/25 kV en el municipio de Corçà. Los objetivos de su construcción son los siguientes:

- Garantizar la alimentación del mercado de la zona de la comarca del Baix Empordà, en el entorno de los municipios de La Bisbal y Forallac.
- Refuerzo del sistema 110 kV de Girona.
- Abarcar el crecimiento esperado de la demanda en la comarca del Baix Empordà, concretamente en los municipios de La Bisbal y Forallac, debido al aumento de potencia solicitada en la zona, ya la necesidad de mejorar la calidad del suministro, así como garantizar la alimentación de su entorno más cercano.

Las consecuencias de su construcción son las mostradas a continuación:

- Se acortan las longitudes de la red de media tensión, entre las subestaciones vecinas de Juià, Bellcaire, Empordanet y Vall-llobrega.
- Se obtiene una reducción de pérdidas anuales de energía.
- Se mejora la calidad del suministro, reduciendo la probabilidad de aparición de incidencias, el número de clientes afectados y los tiempos de reposición, frente de las diversas averías, manteniendo los niveles de la tensión dentro de los márgenes normativos, y resolviendo el grave problema reglamentario, existente hasta entonces en este aspecto del suministro.
- Permite la conexión de nuevos suministros o ampliaciones de las existentes derivadas del crecimiento de la demanda.

1.2. MOTIVACIÓN

A día de hoy, he podido ver que la decisión de hace cuatro años de estudiar el Grado de Ingeniería Eléctrica fue la correcta. Han sido cuatro años duros, los cuales con esfuerzo y dedicación se han sacado adelante.

En estos años he adquirido conocimientos relacionados con la generación y distribución de la energía eléctrica, diseño de instalaciones de alta, media y baja potencia, desarrollo de energías renovables, funcionamiento de máquinas eléctricas..., entre otros muchos aspectos.

En el temario dado durante esta etapa, ha habido dos temas que siempre me han llamado la atención: la alta tensión y la generación y distribución de energía eléctrica.

A la hora de escoger tema para el TFG, en el listado propuesto por la facultad no había nada relacionado con estos dos ámbitos. Dado el caso, me puse a investigar y llegué a la conclusión de que el mejor tema para abarcar lo máximo posible estos dos campos eran las subestaciones eléctricas.

Dado que estaba haciendo las prácticas en Endesa, les propuse hacer el diseño de una subestación de distribución de 110/25 kV. Me dijeron que no había ningún problema y que me facilitarían toda la información necesaria para poder llevarla a cabo. Me dijeron que en un futuro próximo, cabía la posibilidad que en la zona de estudio construyeran una subestación de este tipo.

1.3. REQUERIMENTOS PREVIOS

Antes de poder iniciar el presente proyecto, fui a informarme de lo necesario para la construcción de una subestación a Endesa Distribución. Muy amablemente me atendieron y me explicaron, entre otras muchas cosas, donde haría falta la construcción de la subestación y por qué construirla ahí. También me facilitaron las normas propias de Endesa que utilizan para el diseño de sus propias subestaciones.

Una vez obtenidas las normas y saber dónde ubicarla se pudo comenzar con la realización del proyecto.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. OBJETO DEL TRABAJO

El objeto del presente proyecto es el diseño de una subestación de distribución de energía eléctrica de 110 kV a 25 kV en el municipio de Corçà para la distribución de media tensión en los alrededores.

2.2. ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance del proyecto consiste en el diseño los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación. Los elementos a diseñar son los siguientes:

- Parque de 110 kV.
- Parque de 25 kV.
- Transformación 110/25 kV.
- Sistema de control y protecciones.
- Sistema de medida para la facturación.
- Sistema de servicios auxiliares.
- Sistema de telecomunicaciones.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de iluminación.
- Sistema de protección contra incendios.
- Sistema anti-intrusismo.

2.3. NORMATIVA APLICABLE

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias RD 327/82 de 12/11 BOE N° 288 de 1/ 12/82 OM de 67/84 BOE de 1/8/84.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Procedimientos de operación, según BOE 129/2006, RESOLUCIÓN de 28 de abril de 2006, de la Secretaría General de Energía, por la que se aprueba un conjunto de procedimientos de carácter técnico e instrumental necesarios para realizar la adecuada gestión técnica de los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Normas UNE que sean de aplicación
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ley de Prevención de riesgos Laborales.
- Normas particulares de Grupo ENDESA.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.

3. FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

El sistema de transporte de energía eléctrica lo constituyen dos elementos principalmente:

- Circuitos que permiten la transmisión de potencia (líneas)
- Subestaciones que permiten la interconexión de estos circuitos y la transformación entre redes de diferentes tensiones.

3.1. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN (SAT)

3.1.1. Definición

Una subestación eléctrica es un conjunto de equipos eléctricos destinados a dirigir el flujo de la energía eléctrica, en un punto de la red, en el cual confluyen generalmente generadores, líneas y transformadores [1].

Desde el punto de vista de la operación del sistema se puede definir una subestación como el conjunto de los elementos que se utilizan para regular los parámetros eléctricos (tensión, frecuencia y flujos de carga, potencias activa y reactiva).

La función principal de las subestaciones es conseguir mallar adecuadamente el sistema eléctrico. De esta manera se aseguran unos niveles óptimos de calidad, continuidad y seguridad del suministro eléctrico, minimizando pérdidas de transporte y facilitando labores de mantenimiento.

3.1.2. Las subestaciones dentro del sistema eléctrico

Las subestaciones de alta tensión juegan un papel fundamental dentro del sistema eléctrico, porque proporcionan capacidad de maniobra, corte, control y medida sobre la red de transporte.

Según el servicio que presten las subestaciones, se pueden dividir en:

- **Subestaciones elevadoras o de generación:** interconectan dos o más sistemas con diferentes niveles de tensión de manera que el flujo de potencia es en sentido de menor a mayor tensión. Es utilizada en los nodos de generación (centrales generadoras) y, típicamente, elevan la tensión de 10 kV, 15 kV, 25 kV o 30 kV hasta los 110 kV, 132 kV, 220 kV o 400 kV.

- **Subestaciones de interconexión o transporte:** son aquellos nodos del sistema eléctrico que conectan, de manera directa, redes de transporte al mismo nivel de tensión. Su principal función es asegurar un adecuado mallado de la red.
- **Subestaciones transformadoras:** se conocen de esta forma a aquellas subestaciones que, dentro de la red de transporte, conectan dos o más sistemas a distintos niveles de tensión. Al igual que las subestaciones de interconexión, su principal función es lograr un mallado óptimo de la red de transporte.
- **Subestaciones reductoras o de distribución:** son aquellas en las que la potencia eléctrica fluye desde una red de transporte, a tensión de 400 kV, 220 kV, 132 kV o 110 kV, a una red de distribución o consumo a tensiones de 66 kV, 45 kV o 25 kV normalmente.

3.1.3. Tipos

Una subestación se puede clasificar según su nivel de tensión, la tecnología de su aparillaje (convencional o blindada), su ubicación (rural o urbana) y su configuración (número de barras, bypass, transferencia, barras partidas o número de interruptores).

- **Subestación aislada en aire o convencional (AIS, Air Insulated Switchgear):** es aquella en la cual el aislamiento a tierra y entre los conductores de fase es proporcionado principalmente por aire a presión atmosférica.



Figura 3.1. Subestación AIS (Fuente: [1])

- **Subestación blindada o aislada en gas (GIS, Gas Insulated Switchgear):** es aquella que se encuentra bajo envoltura metálica aislada en algún gas con gran capacidad dieléctrica, por ejemplo, hexafluoruro de azufre (SF_6).



Figura 3.2. Subestación GIS (Fuente: [1])

- **Subestación con tecnología híbrida (HIS, Highly Integrated Switchgear):** aquella que combina partes aisladas en aire y partes en gas.

Las subestaciones con tecnología AIS o GIS puede estar en interiores (instaladas dentro de una edificación) o exteriores (a la intemperie), según estén diseñadas para soportar las condiciones climáticas externas.

La tecnología se define en función de: las necesidades eléctricas, ubicación (urbanas o rurales), circunstancias medioambientales (impacto ambiental, contaminación y climatología), espacio disponible y costes. En general la tecnología GIS y las instalaciones en interior son las más caras.

3.1.4. Características funcionales

Para cumplir con su funcionalidad dentro del sistema eléctrico, teniendo en cuenta la construcción, la operación y el mantenimiento, las subestaciones deben tener las siguientes características:

- **Versatilidad**, flexibilidad de funcionamiento para operar el sistema eléctrico en condiciones óptimas en cada momento, adaptándose a posibles indisponibilidades de elementos y aparataje por fallos o mantenimiento.
- **Seguridad**, capacidad para aislar faltas rápida y eficazmente, afectando al menor número posible de elementos y manteniendo en servicio los circuitos sin fallo.
- **Fiabilidad**, funcionamiento simple, rápido y eficiente tanto del sistema de control de la subestación como de la aparataje y su maniobrabilidad.

- **Capacidad de ampliación o ampliabilidad**, capacidad de soportar adecuadamente ampliaciones a medio y largo plazo en consonancia con el previsible desarrollo de la red de transporte.
- **Criticidad**, medida ponderada que considera el efecto que provocaría una falta, su velocidad de reparación y la frecuencia de ocurrencia, dentro del sistema eléctrico.
- **Coste**, contemplando el precio de la instalación inicial, las posibles ampliaciones, repotenciaciones, mantenimiento, explotación y vida útil.

3.2. ELEMENTOS PRINCIPALES

A continuación, se definen los elementos principales que componen una subestación.

3.2.1. Barras

En el ámbito de las subestaciones eléctricas, se conoce por barra al conductor de baja impedancia que hace las funciones de nodo al cual se conectan circuitos a la misma tensión.

El juego de barras se refiere al conjunto de elementos necesarios para realizar una conexión común para varios circuitos, por ejemplo, el conjunto de las tres barras que interconectan cada una de las fases en sistemas trifásicos.

Tienen capacidad para transmitir grandes cantidades de potencia eléctrica. Su sección está en función de la intensidad máxima admisible, la potencia de cortocircuito de la zona y los esfuerzos electrodinámicos que debe soportar.

Se habla de barras rígidas cuando el conductor es un tubo. Suelen ser tubos de aluminio hueco de hasta 250mm de diámetro exterior y alrededor de 20mm de espesor (para tensiones de 400 kV e intensidades de cortocircuito de 50 kA). Por el interior se introduce un cable para reducir las vibraciones.

La interconexión de elementos de alta tensión en las subestaciones se puede realizar a través de tubo o conductor flexible. En general, al conjunto de conductores de alta existentes en la subestación se denomina “embarrado”.

3.2.2. Posiciones, Celdas y Calles

Las posiciones de una subestación son el conjunto de elementos necesarios para conectar un circuito (línea, transformador, reactancia, acoplamiento, banco de condensadores, etc.) a barras en las condiciones adecuadas, cuyas funciones son maniobra, corte, medida o protección.

Se define celda como parte aislable eléctricamente de una subestación que comprende los dispositivos de control y maniobra de un circuito dado.

La diferencia principal entre posición y celda es que esta última se puede aislar eléctricamente del resto de elementos de la subestación. Según la configuración de la subestación, pueden coincidir celdas y posiciones.

El término calle suele emplearse para denominar al conjunto de elementos, celdas y embarrados que conectan dos posiciones a dos barras simultánea y coordinadamente en configuraciones de interruptor y medio.

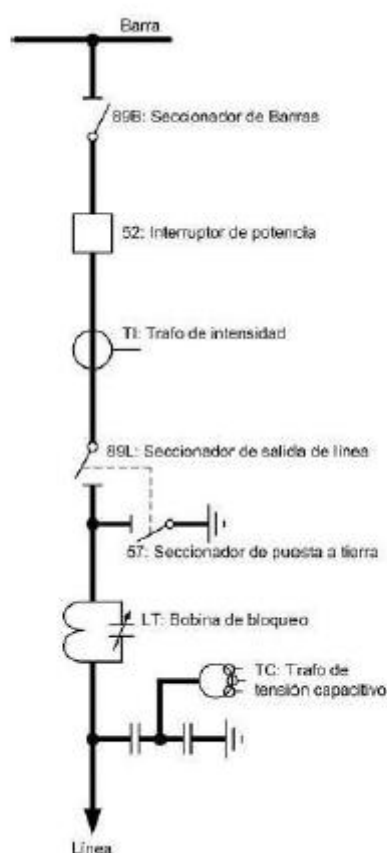


Figura 3.3. Posición de línea en subestación de barra simple (Fuente: [1])

3.2.3. Aparamenta

Se entiende por aparamenta todos aquellos elementos sometidos a alta tensión necesarios para la operación y explotación del sistema eléctrico en condiciones de seguridad, fiabilidad y eficiencia, cuyas funciones principales son maniobrar, regular, medir y proteger.

Dentro de la aparamenta de potencia encontramos elementos de corte de corriente (interruptores), de aislamiento visible (seccionadores), de transformación para medida y protección (transformadores de tensión e intensidad), transformadores de potencia (conectan circuitos de potencia a distintos niveles de tensión), reactancias y bancos de condensadores (compensan la generación o consumo excesivo de energía reactiva y regulan tensión), autoválvulas (pararrayos), red de tierras, bobinas de bloqueo, etc.

Los elementos de subestación que trabajan a baja tensión son conocidos como sistemas secundarios. Sus funciones son: control, regulación, medida, protección, mando, señalización, alarma, telecomunicaciones, telegestión centralizada de equipos, telemando y servicios auxiliares (alimentaciones de baja tensión, alumbrado, climatización, calefacción, etc.).

3.2.4. Parques

Las subestaciones en las que conviven sistemas de potencia a distintos niveles de tensión, se dividen en parques.

De esta forma, una subestación de distribución puede tener, por ejemplo, un parque de 110 kV y otro de 25 kV, con posiciones de transformación que interconectan ambos parques.

3.2.5. Edificaciones en subestaciones

Dependiendo de la configuración, de la tecnología de aislamiento de la aparamenta y de las dimensiones de la instalación, las subestaciones disponen edificaciones en las que se aloja el equipamiento que no puede estar a la intemperie (sistemas secundarios, puestos de mando, etc.)

Se suele disponer de un edificio de control en el que se ubican los servicios generales de la subestación (puesto de mando, señalización remota, cuadros de servicios auxiliares, talleres, almacenes, etc.).

3.3. CONFIGURACIONES

La configuración de la subestación (o diagrama de barras) define las interconexiones entre los distintos circuitos y redes en función de las necesidades del sistema.

Existen diversas configuraciones para las subestaciones según:

- El número de barras que tiene el parque.
- El número de interruptores y seccionadores que intervienen en cada posición.

- La disposición espacial de la aparamenta.
- La disponibilidad de puentes maniobrables para trabajos de mantenimiento.
- La utilización de las barras auxiliares (de transferencia).
- La necesidad de separar redes en la subestación (barras partidas).

Se describen a continuación las configuraciones más comunes. Para ello, se utilizan esquemas unifilares simplificados representando, sólo, una fase y los elementos de corte: interruptores (52, en codificación ANSI C37.2) y seccionadores (89). La simbología utilizada se corresponde con la norma UNE-20004.

Para establecer comparaciones relativas entre las distintas configuraciones se analiza la versatilidad, seguridad, fiabilidad, ampliabilidad y coste de la subestación.

3.3.1. Simple Barra

Sólo se dispone de un juego de barras (B) y de un interruptor (52) por posición. Los seccionadores (89) sólo se requieren para aislar las celdas de los interruptores.

Su funcionamiento es muy sencillo, pero muy poco versátil, ya que cualquier falta con fallo de interruptor (es uno de los fallos más graves que pueden producirse en una subestación en cuanto a pérdida del servicio) o falta en barras, afecta a toda la subestación. Además, cualquier operación de mantenimiento deja fuera de servicio una parte de la subestación.

Es una configuración con muchas facilidades de ampliación, no obstante, por criterios técnicos y de seguridad se recomienda limitar el número de posiciones a 4.

Por la poca cantidad de elementos que necesita, resulta una subestación con un coste relativo muy bajo.

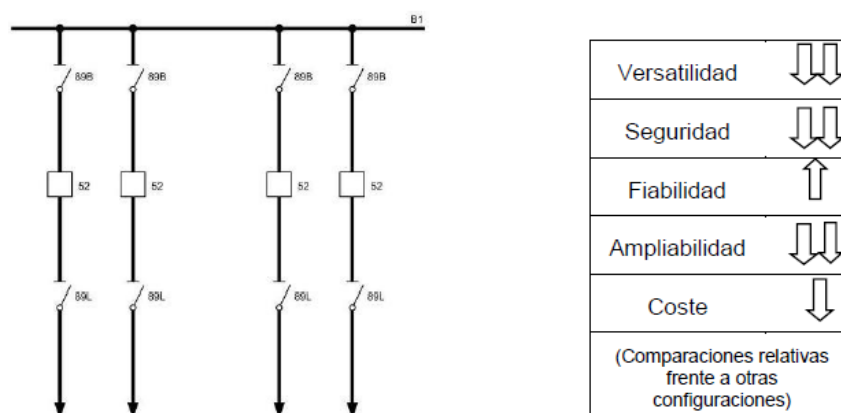


Figura 3.4. Configuración y características de simple barra (Fuente: [1])

3.3.2. Doble Barra

Dispone de dos juegos de barras (B1 y B2) y de un interruptor (52) por posición. Mediante los seccionadores (89), además de aislar las celdas de los interruptores, se selecciona la barra a la que se quiere conectar. Es habitual disponer de una posición adicional de acoplamiento para acoplar o separar barras, en función de las necesidades del sistema.

Es una configuración muy común por su equilibrio entre características, seguridad y coste.

Permite separar barras y operar como dos subestaciones de simple barra independientes.

Si bien su funcionamiento es sencillo, cualquier falta con fallo de interruptor o falta en barras, afecta a las posiciones conectadas a la barra.

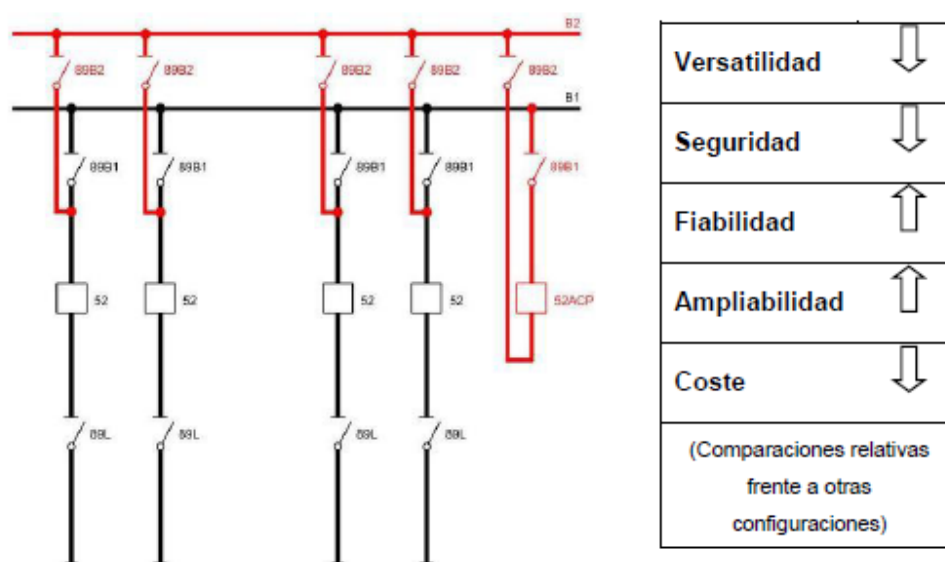


Figura 3.5. Configuración y características de doble barra (Fuente: [1])

3.3.3. Interruptor y Medio

Dispone de dos juegos de barras (B1 y B2) y de tres interruptores (52) por cada calle (dos posiciones con 1+1/2 interruptor por posición). Los seccionadores (89) aíslan las celdas de los interruptores y separan la salida de línea. No es necesaria la posición de acoplamiento por poder acoplar las barras desde cualquiera de las calles.

Es bastante utilizada en subestaciones críticas por su versatilidad, seguridad y capacidad de ampliación, aunque su coste es elevado.

Ante faltas, permite el fallo de dos elementos principales sin pérdida del servicio en las posiciones sanas, excepto en la posición con la que se comparte calle. Incluso con indisponibilidad de ambas barras permite mantener las calles en servicio de manera independiente.

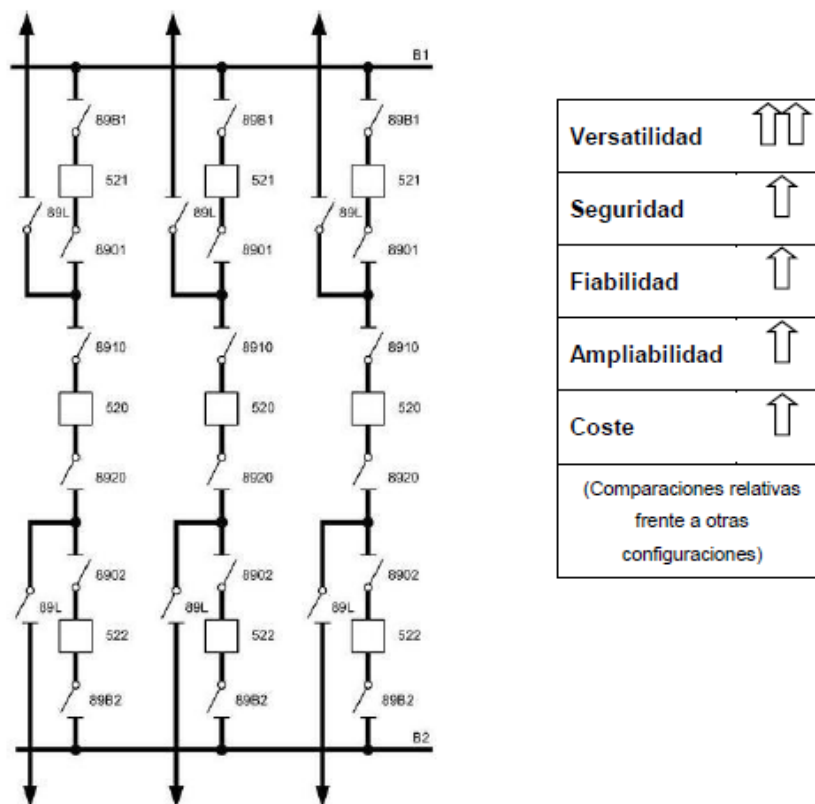


Figura 3.6. Configuración y características de interruptor y medio (Fuente: [1])

3.3.4. Anillo Simple

Es una configuración sin barras. Se concatenan celdas de interruptor hasta cerrar un anillo y en cada unión de celdas se coloca una posición. Los seccionadores (89) aíslan las celdas de los interruptores y separan la salida de línea.

Permite mantener en servicio posiciones sanas ante ciertos fallos o faltas (abriéndose el anillo). Pero ante otras incidencias (fallo doble, indisponibilidad y falta, fallo interruptor, etc.) involucra a todas las posiciones pudiendo afectar gravemente a la red.

Es utilizada, especialmente, para subestaciones de generación o elevadoras, enfrentando dos grupos con dos líneas, cada una de ellas capaz de evacuar toda la potencia que generen los dos grupos. De esta forma, ante fallo simple, se pueden mantener en servicio los dos grupos.

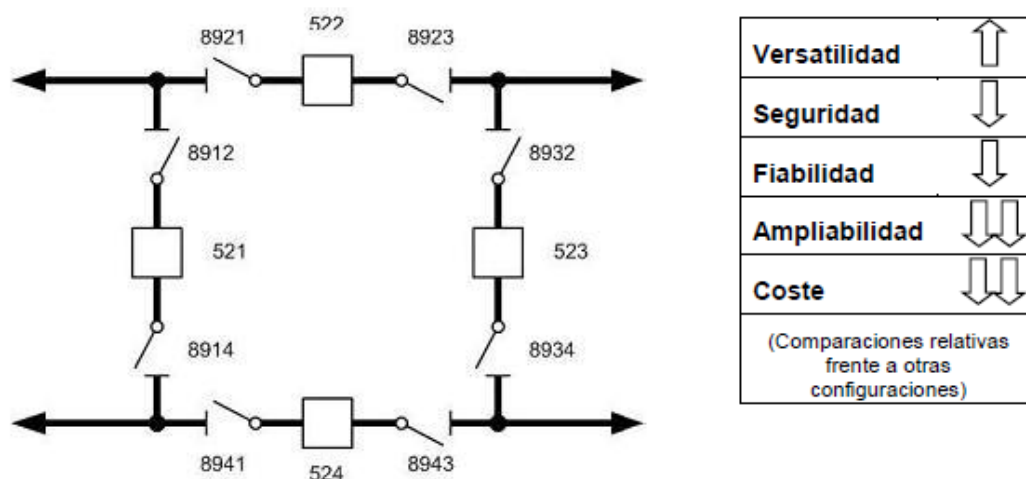


Figura 3.7. Configuración y características de anillo simple (Fuente: [1])

3.3.5. Doble Barra y Doble Interruptor

Dispone de dos juegos de barras (B1 y B2) y dos interruptores (52) por cada posición.

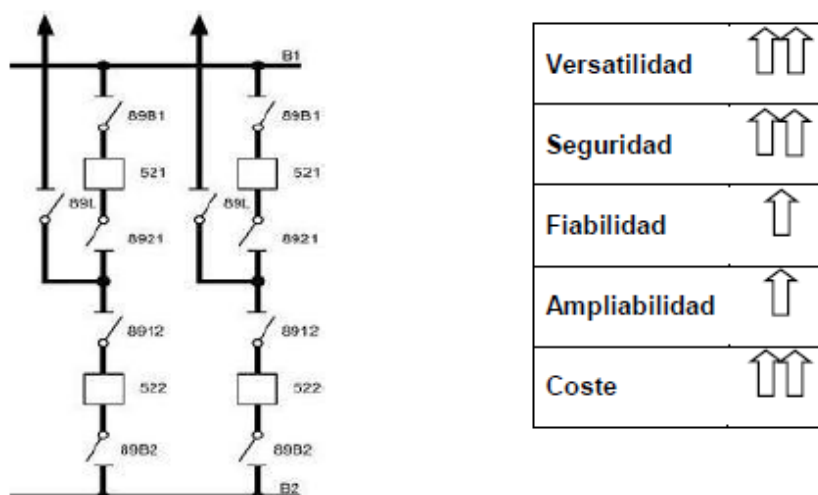


Figura 3.8. Configuración y características de doble barra y doble interruptor (Fuente: [1])

3.3.6. ByPass

El bypass de la celda del interruptor permite mantener posiciones en servicio durante el mantenimiento de los interruptores con un incremento de coste reducido.

Consiste en introducir un seccionador que puentee la celda del interruptor.

Una falta simple en la línea con el bypass acoplado (unión rígida), afecta a toda la barra.

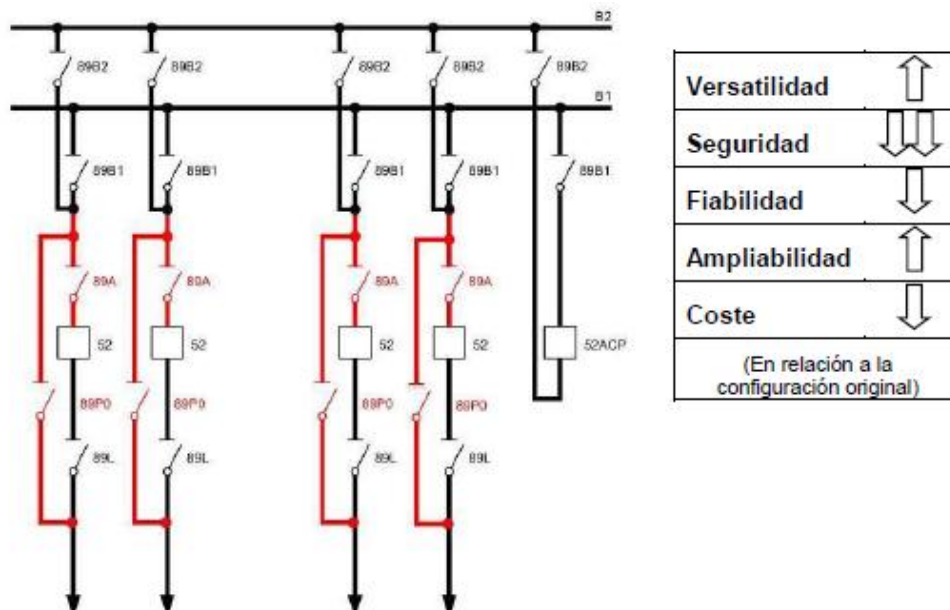


Figura 3.9. Configuración y características de ByPass (Fuente: [1])

3.3.7. Barra de Transferencia

Permite dejar indisponible una celda manteniendo la posición en servicio (a través de la barra de transferencia) mejorando la versatilidad.

El coste aumenta al tener que instalar un nuevo embarrado y una posición adicional.

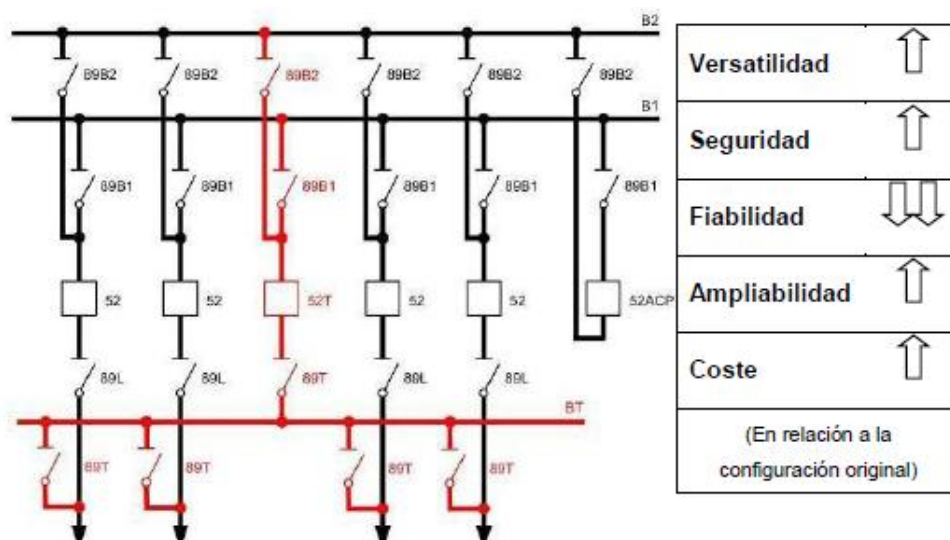


Figura 3.10. Configuración y características de Barra de Transferencia (Fuente: [1])



4. ALCANCE DE LAS INSTALACIONES

4.1. CONEXIÓN A LA RED

La conexión a la red se realiza mediante entrada y salida desde dos líneas de alta tensión de 110 kV: Juià y Bellcaire.

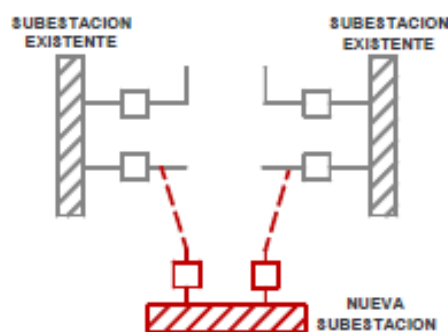


Figura 4.1. Entrada y salida desde dos líneas AT (Fuente: Propia)

4.2. CONFIGURACIÓN

El esquema unifilar de la subestación de distribución 110/25 kV se encuentra en el ANEXO D. PLANOS, plano nº 2, UNIFILAR SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN 110/25 kV.

Los siguientes elementos conforman la presente SAT [2] [3]:

4.2.1. Parque de 110 kV

Tipo: Exterior Convencional-Híbrido blindada en SF₆ (hexafluoruro de azufre).

Esquema: Simple Barra.

Alcance: 2 posiciones de línea.

2 posiciones de transformador + 1 posición transformador (futura).

4.2.2. Parque de 25 kV

Tipo: Cabinas interior blindadas aisladas en gas SF₆.

Esquema: Doble barra.

Alcance: 2 posiciones de transformador.

10 posiciones de línea.

2 posiciones de Servicios Auxiliares.

2 posiciones de acople transversal.

2 posiciones de condensadores.

2 posiciones de medida de barras.

2 posiciones de acoplamiento longitudinal.

4.2.3. Transformación 110/25 kV

Está constituida por:

- 2 transformadores 110/25 kV 40 MVA.
- 2 Reactancia de puesta a tierra.

4.2.4. Sistema de control y Protecciones

La Subestación es telemandada desde el Centro de Control.

Se instaló un sistema integrado de control (SICOP) que integra las funciones de control local, protecciones y telecontrol.

4.2.5. Sistema de medida

La medida para facturación se realiza en las posiciones de 25 kV.

4.2.6. Sistema de servicios auxiliares

Está constituido por:

- 2 Transformadores 25/0,400 kV 250 kVA.
- 2 Rectificadores batería 125 Vcc. 100 Ah.
- 2 Convertidores 125/48 Vcc.

4.2.7. Sistema de telecomunicaciones

La telecomunicación se realiza mediante equipos de onda portadora y fibra óptica.

4.2.8. Sistema de puesta a tierra

Puesta a tierra inferior

Se dimensionó de acuerdo con los siguientes datos:

- Intensidad de defecto a tierra trifásica 7,9 kA.
- Duración del defecto 0,5 seg.
- Tipo de electrodo malla.
- Material del conductor cobre desnudo.

Las tensiones de paso están por debajo de valores admitidos en la MIE-RAT 13.

Puesta a tierra superior.

Formada por pararrayos con dispositivo de cebado normalizado instalados sobre el pórtico de amarre de las líneas de 110 kV.

4.2.9. Sistema de seguridad

Formado por protección contra incendios y anti-intrusismo.

4.3. PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

Tabla 4.1. Parámetros básicos de diseño de una subestación (Fuente: Propia)

CARACTERÍSTICAS	UD.	POS.110 kV.	POS.25 kV.
Tensión nominal	kV.	110	25
Tensión más elevada para el material	kV.	145	36
Frecuencia nominal	Hz.	50	50
Tensión soportada f.i.	kV.	275	70
Tensión soportada rayo	kV.	650	170

Conexión del neutro		Pararrayos	Reactancia
Longitud línea mínima fuga aisladores	mm.	3625	580
Intensidad nominal barras	A.	2000	1250
Intensidad nominal pos. Línea	A.	2000	1250
Intensidad nominal pos. Transf.	A.	2000	1250
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA	7,9	25
Duración del defecto trifásico	Seg.	0,5	0,5

5. OBRA CIVIL, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS METÁLICAS

5.1. OBRA CIVIL PARQUE INTEMPERIE

5.1.1. Elección del terreno

La subestación se ubica en el Término Municipal de Corçà, Girona. Para poder apreciar dónde está ubicada la subestación, ir a ANEXO D. PLANOS, plano nº 1, UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN.

Al ser zona agrícola, para poder construir habría que pedir permisos al ayuntamiento de Corçà para cambiar el terreno de agrícola a industrial. Este proceso puede ser arduo, pero se supone que ya se tiene el permiso y es posible empezar la construcción de la subestación.

La superficie de la plataforma de la Subestación Eléctrica tiene aproximadamente 3.600 m² (67 m x 55 m).

Esta zona se ha buscado atendiendo a los siguientes criterios [4]:

Criterios Técnicos

- Topografía. La subestación se construirá en un emplazamiento completamente horizontal, para así facilitar su construcción.
- Inundabilidad. La subestación se construirá en una zona no inundable.
- Superficie. La superficie seleccionada satisface las necesidades de la subestación y futura ampliaciones.
- Accesibilidad. El emplazamiento dispondrá de un camino de acceso para soportar el tráfico de transportes especiales en la construcción y mantenimiento de dicha subestación.
- Distancias. Se ha tenido en cuenta la cercanía de depósitos de almacenamiento de combustible o material inflamable. El emplazamiento está alejado de zonas donde existe contaminación atmosférica o hídrica natural o industrial y zonas de generación de interferencias en los sistemas existentes de telecomunicaciones de distribución de energía eléctrica.

Criterios Ambientales

- Suelo. El emplazamiento no afecta a elementos de interés geológico, arqueológico o geomorfológico.
- Red de drenaje natural. El emplazamiento no supone la alteración de la red de drenaje natural.
- Vegetación. El emplazamiento ha evitado áreas en las que el valor ecológico de las formaciones vegetales presentes sea alto. Asimismo, se han evitado zonas con presencia de especies que estén protegidas y hábitats de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Fauna. Se han rechazado las áreas cercanas a puntos de nidificación, posaderos o concentración de aves de interés.
- Población y economía. El emplazamiento se ha situado a suficiente distancia de las edificaciones para no afectar a núcleos de población y viviendas dispersas. Se ha evitado la proximidad de concesiones mineras.
- Paisaje, visibilidad. Se han excluido los puntos considerados de especial valor paisajístico. El emplazamiento no tiene accesibilidad visual desde los núcleos de población o lugares más transitados.
- Recursos turísticos y recreativos. Se han evitado las zonas con potencial turístico y/o recreativo.
- Espacios naturales protegidos. El emplazamiento se ha ubicado fuera de espacios naturales protegidos.
- Patrimonio. Se han evitado las zonas en las que existen elementos inventariados de patrimonio histórico, cultural o etnológico.

5.1.2. Estudio Geotécnico

Una vez seleccionado el terreno de construcción de la nueva subestación, se procede a realizar el estudio geotécnico [5].

5.1.2.1. Geología de la zona

La zona objeto de estudio está situada en el este de la provincia de Girona, en la comarca del Baix Empordà.

La geología predominante comprende desde materiales paleozoicos, que constituyen el zócalo litoestratigráfico de la zona, hasta sedimentos terciarios y cuaternarios.

El terreno tiene una resistividad de 75 ohm·m.

5.1.2.2. Hidrogeología

En la zona donde está situada la subestación no presenta agua freática y el riesgo de inundación de la zona es muy bajo.

5.1.2.3. Excavabilidad

Considerando las características de los materiales observados (materiales paleozoicos, sedimentos terciarios y cuaternarios), los trabajos de excavación se podrán realizar sin problemas con los medios mecánicos convencionales (pala mecánica, retroexcavadora mixta, etc.). Únicamente en el caso del suelo paleozoico pueden aparecer niveles de mayor grado de cimentación siendo necesario el uso del martillo hidráulico.

5.1.2.4. Parámetros sísmicos de la zona

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 (Parte general y edificación).

Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, el término municipal de Corçà se debe considerar una aceleración sísmica básica de $0.06 \cdot g$ dado que se trata de una construcción de importancia especial. La aceleración sísmica básica es superior a $0.04 \cdot g$, por lo tanto, las previsiones de la Norma Sismorresistente son de obligado cumplimiento.

5.1.2.5. Parámetros ecológicos

La zona de estudio se sitúa dentro del dominio de la variedad litoral del clima mediterráneo.

La temperatura máxima suele alcanzar alrededor de los 28°C y la mínima sobre los 7°C .

Las siguientes figuras muestran la caracterización del viento en esta zona:

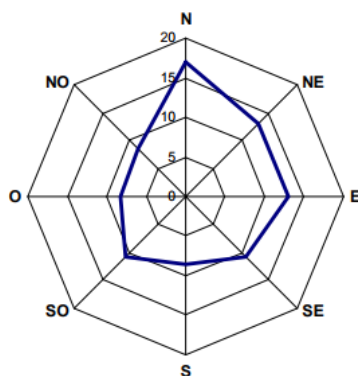


Figura 5.1. Frecuencia de la dirección (Fuente: [3])

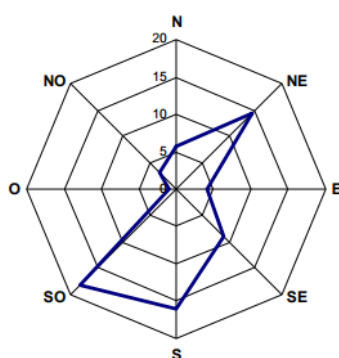


Figura 5.2. Velocidad Media en km/h (Fuente: [3])

La precipitación de la zona es modesta de régimen torrencial e irregular. La precipitación máxima es de 125 mm en octubre y la mínima de 10 mm en junio.

Las condiciones de servicio que deben cumplir las instalaciones son las siguientes:

Tabla 5.1. Condiciones de servicio de las instalaciones (Fuente: Propia)

CONDICIONES		EXTERIOR	INTERIOR
Temperatura ambiente máxima	°C	40	40
Temperatura ambiente mínima	°C	-25	-5
Temperatura ambiente media máxima (24h)	°C	35	-0,125
Humedad relativa media máxima (24h)	%	95	s/UNE-EN 60694
Humedad relativa media máxima (mes)	%	90	
Altura máxima sobre el nivel del mar	m	1000	1000
Velocidad máxima del viento	km/h	120	No aplica

5.1.2.6. Agresividad del terreno

Para determinar el tipo de cemento adecuado, se tienen que realizar los análisis correspondientes para determinar cuantitativamente la presencia de sulfatos, carbonatos o cualquier otro elemento que suponga agresividad al hormigón.

Debido a que no se dispone de los recursos necesarios para realizar dichos análisis, se supone que la concentración de sulfatos ha sido inferior al valor mínimo a partir del cual el terreno llega a ser agresivo al hormigón.

En consecuencia, no será necesario tomar medidas especiales en la elaboración de los hormigones que vayan a quedar en contacto con el terreno.

5.1.3. Movimiento de tierras

La parcela actual presenta una morfología agrícola situada en la comarca del Baix Empordà (Girona).

Se proyecta una sola plataforma de 3600 m² para la subestación. Se realizarán los movimientos de tierra necesarios hasta obtener la cota de nivelación.

Se conservará el arbolado alrededor de la parcela, se tomarán las medidas necesarias para preservar estos árboles durante el movimiento de tierras.

La zona presenta un desnivel muy pequeño, lo cual la hace perfecta para la construcción.

5.1.4. Vallado perimetral

Se ha previsto un cierre perimetral de la subestación, mediante valla metálica, con la altura marcada por el Reglamento de Alta Tensión (mínimo de 2,20 m).

En este caso valla del tipo RBS con un mínimo de 3,00 metros de altura.

5.1.5. Saneamientos y drenajes

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado.

En la explanación del terreno, se preverán unas ligeras pendientes conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables ó zanja de gravas, para que las aguas de escorrentía viertan en las mismas.

Es por éstas zanjás por donde se canalizará la evacuación de las aguas hacia un tubo de recogida general de todos los drenajes.

Los colectores que recogen las zanjás de gravas evacúan las aguas hacia una arqueta general de desagües, hasta que se conecte con la red de saneamiento de la zona. El desagüe general exterior está protegido contra la entrada de animales por medio de una malla metálica.

5.1.6. Conducción de cables de control y potencia

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia se construirá una red de canales para cables prefabricados y zanjás enterradas, respectivamente.

En los cruces con los viales se utilizarán unos pasatubos reforzados.

El conjunto de los canales de cables de control serán de hormigón armado prefabricados, con tapas de hormigón para todo el recorrido.

5.1.7. Cimentaciones para soportes metálicos

Las fundaciones de soporte de aparatos serán de tipo “zapata aislada”, serán bloques de hormigón en masa y llevarán incorporados los anclajes de sujeción de las estructuras sobre las peanas (2ª fase de hormigonado).

5.1.8. Cimentaciones para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite

Para la cimentación del transformador se realizarán unas bancadas en railes para facilitar su estacionamiento.

Estas bancadas realizarán también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador y, por lo tanto, estarán unidas al depósito general de recogida de aceite mediante tubos de hormigón.

El depósito de recogida de aceite, conectado con la bancada de los transformadores, estará constituido por muretes de hormigón armado sobre solera del mismo material.

5.2. EDIFICIO

5.2.1. Edificio de Control de Subestación

Salvo la losa de cimentación y los muros que conforman el sótano y la losa de techo sótano que son hormigonados in situ, el edificio es del tipo prefabricado de hormigón compuesto por un cerramiento exterior formado por paneles de hormigón armado con malla doble de acero electrosoldada y aislamiento incorporado a base de poliuretano.

La cubierta está formada de placas de hormigón armado alveolar pretensado con mallas electrosoldadas, rematadas en su parte superior mediante impermeabilización y en su interior el aislante a base de poliuretano.

Los espesores y armados de los elementos prefabricados están considerados para soportar una sobrecarga de 120 kg/m² y la acción debida al empuje del viento de 190 km.

En la planta baja se disponen dos dependencias, una donde se ubica la sala de control, cubículos de los transformadores de servicios auxiliares y aseos y otra donde se ubican las cabinas de MT 25 kV.

En la sala de control se dispone de un suelo técnico para la distribución de cables de control.

En la sala de cabinas de MT 25 kV se dispone de un sótano para la distribución de los cables de potencia.

También está dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termovelocimétricos y ópticos, y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección. El edificio también está dotado de sistema de anti-intrusismo con alarma.

Se instaló una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Cada central de alarmas (detección incendios y anti-intrusismo), tiene un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades. De ella parte una señal para la señalización local y otra hacia el sistema de comunicaciones.

El sistema de extinción consiste en un sistema de extintores móviles de 5 kg de capacidad de CO₂ en el interior del edificio.

Se ha dotado al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios.

La distribución del alumbrado es superficial en techo en la zona de control, y de forma uniforme evitándose sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación.

El edificio está dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos son autónomos, de la potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplen también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

5.3. ESTRUCTURA METÁLICA

Para el soporte de aparatos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles angulares de la serie de fabricación normal de este país, con acero A-42b (s/Norma NBE-MW) exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma EN/ISO 1461, siendo su peso en zinc de 5 g/dm² de superficie galvanizada.

Los soportes de aparatos están diseñados para admitir:

- Peso propio.
- Cargas estáticas transmitidas por el aparato.
- Cargas transmitidas por el aparrallaje de maniobra.
- Acción de un viento de 160 km/h de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 kg/cm².

5.4. PINTADA DE EXTERIORES

Todos los elementos exteriores que integren la subestación se pintaran con colores de una tonalidad cromática que respete el entorno para minimizar el grado de intrusismo visual.

5.5. ACCESIBILIDAD DE LA SUBESTACIÓN

Para poder apreciar correctamente los accesos de la subestación ir a ANEXO D. PLANOS, plano nº 14, PLANTA GENERAL (RECORRIDO EVACUACIÓN).

5.5.1. Accesos al recinto de la subestación

Hay tres accesos exteriores (AE) por los cuales se pueden entrar a la subestación:

- AE1: acceso de personal autorizado.
- AE2: acceso de vehículos pesados y personal autorizado.
- AE3: acceso de personal autorizado.

5.5.2. Accesos interiores en la subestación

Hay dos accesos interiores (A) por los cuales se pueden entrar a las instalaciones interiores de la subestación:

- A1: acceso de material pesado y personal autorizado al edificio de la subestación, concretamente a la Sala de Cabinas SF₆ 25kV.
- A2: acceso de personal autorizado al Edificio Subestación, concretamente a la Sala de Control.

6. PARQUE DE 110 kV

6.1. DESCRIPCIÓN

El parque de 110 kV es intemperie de simple barra y está formado por:

- 2 posiciones de líneas compuestas por:
 - 1 Módulo Híbrido de línea.
 - 3 Transformadores de tensión capacitivos.
 - 3 Autoválvulas.
- 2 posiciones de transformador compuestos por:
 - 1 Módulo Híbrido de transformador.
 - 3 Autoválvulas 110 kV.
 - 3 Autoválvulas 25 kV.
- Barras colectoras que estarán formadas por tubo de aluminio.
- 1 Transformador de tensión inductivo conectado a las barras.

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

6.2.1. Módulos híbridos

Módulos híbridos con aislamiento en hexafluoruro de azufre (SF_6), encapsulado monofásico o trifásico, formado por elementos unipolares o tripolares, en los cuales la aparamenta de corte es siempre de acción tripolar, provisto de aisladores pasatapas SF_6 -Aire para la conexión a barras convencionales y a línea o transformador conteniendo las funciones de seccionador de barras, interruptor, transformador de intensidad y seccionador de salida.

La composición de los diferentes tipos de módulos híbridas con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF_6), es la siguiente:

Módulo de Línea aérea.

- 1 Seccionador de barras con accionamiento tripolar eléctrico.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, con accionamiento tripolar eléctrico o manual.
- 1 Interruptor automático con accionamiento tripolar.

- 12 Transformadores de intensidad toroidales relación apropiada, para contaje, medida ó protección.
- 1 Seccionador de salida con accionamiento tripolar eléctrico.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, con accionamiento tripolar eléctrico de cierre brusco.
- 6 atravesadores tipo SF₆-aire para conexión a línea aérea y a barras.

Módulo de Transformador

- 1 Seccionador de barras con accionamiento tripolar eléctrico.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, con accionamiento tripolar eléctrico o manual.
- 1 Interruptor automático con accionamiento tripolar.
- 12 Transformadores de intensidad toroidales relación apropiada, para contaje, medida ó protección.
- 6 atravesadores tipo SF₆-aire para conexión a transformador y a barras.

Características asignadas comunes

Para las redes de tensión nominal de 110 kV se utilizará el mismo tipo de equipo, correspondiente a un valor de la tensión asignada de 145 kV.

Tabla 6.1. Características asignadas comunes de las redes de tensión de 110 kV (Fuente: Propia)

Esquema	Simple barra
Tensión nominal de la red	110 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV
Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)	275 kV
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	650 kV
Frecuencia	50 Hz
Corriente en servicio continuo salida de línea, transformador y acoplamiento	2000 A
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	40 kA
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	100 kA
Longitud línea mínima fuga aisladores	3625 mm

Características asignadas interruptores automáticos

Interruptores automáticos tripolares de 110 kV, de hexafluoruro de azufre (SF₆), servicio exterior y sus dispositivos de accionamiento. Destinados a nuevas instalaciones en Subestaciones de 110 kV.

Tabla 6.2. Características asignadas interruptores automáticos de 110 kV (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 kV
Tipo de fluido para aislamiento y corte	SF ₆
Corriente en servicio continuo salida de línea, transformador y acoplamiento	2000 A
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	40 kA
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (límite dinámico)	100 kA
Secuencia de maniobra (*)	O - 0.3s - CO - 1min - CO
Tiempo de apertura	< 50 ms
Tiempo de cierre	< 150 ms
Tiempo de cierre-apertura	< 150 ms
Tensión auxiliar alimentación motor	125+10%-15% Vcc
Tensión auxiliar bobinas de apertura	125+10%-30% Vcc
Tensión auxiliar bobinas de cierre	125+10%-15% Vcc

(*)O representa una maniobra de apertura

CO representa una maniobra de cierre seguida inmediatamente y sin retraso intencional de una maniobra de apertura.

Características asignadas transformadores de tensión

Transformadores de tensión inductivos de 110 kV, de servicio exterior, destinados a la medida y protección, de nuevas instalaciones, en subestaciones de 110 kV.

Tabla 6.3. Características asignadas transformadores de tensión inductivos de 110 kV (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 kV
Relación de transformación	$\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{\sqrt{3}}, \frac{0.11}{\sqrt{3}}, \frac{0.11}{\sqrt{3}} \text{ kV}$
factor de tensión	1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg
Potencias y clases de precisión	
1º Arrollamiento (BT)	25 VA, clase 0.2
2º Arrollamiento (BT)	25 VA, clase 0.5 y 3 P indistintamente
3º Arrollamiento (BT)	25 VA clase 0.5 y 3 P indistintamente

Características asignadas transformadores de intensidad

Transformadores de intensidad de 110 kV, de servicio exterior, destinados a la medida y protección en las nuevas instalaciones de Subestaciones de 110 kV.

Tabla 6.4. Características asignadas transformadores de intensidad de 110 kV (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 KV
Tipo	Toroidal
Relación de transformación	800/5-5-5-5 A
Potencias, clases de precisión, factor de seguridad y factor límite de precisión	
1º Arrollamiento (BT)	10 VA cl. 0,2S $F_s < 5$
2º Arrollamiento (BT)	20 VA 5 P 20 Cl. 0.5
3º Arrollamiento (BT)	20 VA 5 P 30
4º Arrollamiento (BT)	20 VA 5 P 30

En donde:

- Potencia de precisión es el valor de la potencia aparente (en VA, con un factor de potencia especificado), que el transformador suministra al circuito secundario con la intensidad secundaria asignada, cuando está conectado a su carga de precisión.
- Clase de precisión.
 - Medida. Se designa por un número índice de clase igual al límite superior del error de intensidad admisible, expresado en tanto por ciento, para la intensidad primaria asignada y la carga de precisión.
 - Protección. Se designa por un número índice de clase y la letra P inicial de protección. El índice de clase indica el límite superior del error compuesto para la intensidad límite de precisión asignada y la carga de precisión.
- Factor de seguridad (F_s) es la relación entre la intensidad límite asignada y la intensidad primaria asignada.
- Factor límite de precisión es la relación entre la intensidad límite de precisión asignada y la intensidad primaria asignada. Se indica a continuación de la clase de precisión correspondiente (por ejemplo 5 P 30)

Características asignadas seccionadores

Tabla 6.5. Características asignadas seccionadores (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145
Corriente asignada	2000 A
Tensión soportada frecuencia industrial	275/315 kV
Tensión soportada rayo	650/750 kV
Accionamiento cuchillas principales	Motorizado

Accionamiento cuchillas p.a.t.	Motorizado
Poder de cierre secc. p.a.t. cierre brusco	100 kA
Tensión aux. alimentación motor y accionamiento	125(+10-15%) Vcc

Características asignadas aisladores pasatapas

Tabla 6.6. Características asignadas aisladores pasatapas (Fuente: Propia)

Tipo	SF ₆ -Aire
Aislamiento	Polimérico de goma silicona
Tensión más elevada para el material	145 kV
Tensión soportada de corta duración a f.i. (valor eficaz)	275 kV
Tensión soportada con impulsos de rayo (valor de cresta)	650 kV
Longitud línea mínima fuga aisladores	3625 mm
Esfuerzo de tracción admisible	1000 N

Armarios de control y mando

Cada módulo está equipado con un armario en el que están ubicados los elementos de control, mando y medidas necesarias, que como mínimo, son los siguientes:

- Dispositivos electromecánicos de posición y mando de la aparamenta de corte dispuestos de forma que cumplan con el esquema unifilar.
- Indicadores relativos a la medida de parámetros.
- Indicadores relativos al sistema de acumulación de energía.
- Indicadores relativos al estado del gas SF₆.
- Magnetotérmicos o guardamotors de protección de los accionamientos del interruptor y de los seccionadores.
- Relés y otros elementos auxiliares necesarios para conseguir las funciones requeridas de control y enclavamientos.
- Conmutador local/remoto para la elección del control desde campo o desde la sala de control.

Enclavamientos

Los módulos están dotados de los enclavamientos entre interruptor, seccionadores de barras y seccionadores de puesta a tierra, necesarios para garantizar la seguridad del personal y del propio material, imposibilitando falsas maniobras, tanto si son efectuadas con accionamiento eléctrico o mecánico.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Generalidades

El módulo deberá diseñarse de forma tal que las operaciones normales de explotación, de control y de mantenimiento puedan efectuarse sin riesgo para las personas.

El equipo blindado en SF₆ estará compartimentado adecuadamente para evitar que un arco interno en uno de los compartimentos pueda extenderse a los demás. El mismo razonamiento será aplicado para una eventual fuga de gas, que solo deberá afectar al compartimento en cuestión y no a los demás.

El compartimento dispondrá de elementos de llenado y vaciado, y de un sistema de vigilancia de presión de gas.

La forma constructiva del equipo deberá permitir su futura ampliación manteniendo uno de los juegos de barras en servicio.

Envolvente

La envolvente deberá ser metálica, diamagnética, y deberá presentar una rigidez mecánica tal, que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles situadas en su interior.

La envolvente deberá soportar el vacío en el proceso de llenado de gas.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos, de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva.

Toda la tornillería, los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 37507 y UNE-EN ISO 1461.

Los elementos metálicos en contacto entre sí, deberán ser de naturaleza tal que no se produzca corrosión, debido al par galvánico que pueda aparecer en presencia de humedad.

Dieléctrico

El dieléctrico utilizado como medio de aislamiento y extinción, será hexafluoruro de azufre SF₆, con una presión superior a la atmosférica. Las prescripciones para el hexafluoruro de azufre nuevo, son las indicadas en la norma UNE 21339.

Manómetro

El control de la presión del gas en cada compartimento será realizado mediante dispositivos adecuados (manómetros), los cuales, para facilitar la lectura, se situarán agrupados para cada una de las celdas.

Dichos dispositivos dispondrán de una indicación local de la presión y un juego de dos contactos de alarma por baja presión de gas a dos niveles. Las indicaciones estarán corregidas por la temperatura del gas, siendo su respuesta función de la densidad.

El ajuste de los niveles de presión de alarma se hará con una resolución elevada, de forma que pequeños errores en la posición del elemento de ajuste no representen diferencias importantes en el valor de respuesta.

Puesta a tierra

Todos los elementos constitutivos de la envolvente deberán estar conectados a tierra.

Todas las partes metálicas previstas para esta puesta a tierra y que no forman parte de un circuito principal o auxiliar deberán conectarse a tierra.

Estanqueidad

La estanqueidad del compartimento estará garantizada. En cualquier caso, la fuga anual admisible de la aparamenta bajo envolvente metálica será inferior al 1 %.

Grado de protección de la envolvente

El grado de protección de las personas contra contactos con las piezas bajo tensión o en movimiento y la penetración de cuerpos sólidos extraños será igual a IP54 de acuerdo con la Norma UNE-EN 60517.

Arco interno

Ante la posibilidad de que se produzca un cortocircuito en el interior de la envolvente del gas, que conduzca a la destrucción del compartimento de la celda, se adoptarán las condiciones constructivas necesarias para garantizar la seguridad de las personas que puedan encontrarse en su proximidad. Se deberá cumplir lo indicado en la Norma UNE-EN60517.

Dispositivos de seguridad contra sobretensiones

El compartimiento del módulo estará equipado de una placa de seguridad que, en el caso de producirse un arco interno, facilite la salida de los gases producidos mediante su apertura.

Dicha placa de seguridad estará situada y diseñada de tal forma que la proyección de los citados gases no pueda incidir sobre el operador ni dañar los cables de alta tensión.

Dilatación

El equipo híbrido de SF₆ dispondrá de los elementos necesarios para absorber las dilataciones que puedan producirse en el mismo.

Letreros identificación de equipos

El equipo y los diferentes elementos que lo componen dispondrán de letreros de identificación de acuerdo con lo indicado en la correspondiente norma del Grupo ENDESA.

Distancias de seguridad

Las distancias entre los extremos de los atravesadores de salida y barras (simple y doble barras) y entre los de barras (doble barra) permiten trabajos en proximidad de tensión en el lado que no tenga tensión de acuerdo con las prescripciones de seguridad de AMYS.

6.2.2. Transformadores de tensión capacitivos

Transformadores de tensión capacitivos de 110 kV, de servicio exterior, que tienen dos funciones simultáneas: reducción de la tensión a fines de medida y protección, y acoplo de señales de alta frecuencia para comunicaciones, destinados a nuevas instalaciones en Subestaciones de 110 kV.

Características asignadas

Tabla 6.7. Características asignadas transformadores de tensión capacitivos de 110 kV (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 kV
Relación de transformación	$\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{\sqrt{3}}, \frac{0.11}{\sqrt{3}} \text{ kV}$
Factor de tensión	1.2 continuo - 1.5 durante 30 s
Capacidad total de los condensadores	8000 pF
Potencias y clases de precisión	
1º Arrollamiento (BT)	30 VA, clase 0.5 y 3 P indistintamente
2º Arrollamiento (BT)	30 VA, clase 0.5 y 3 P indistintamente

6.2.3. Pararrayos

Pararrayos de óxido metálico, destinados a limitar las sobretensiones y en consecuencia los efectos producidos por las mismas. Destinados a la protección de nuevas instalaciones de 110 kV.

Características asignadas

Tabla 6.8. Características asignadas pararrayos (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 kV
Tensión asignada servicio continuo (Uc)	77 kV
Tensión asignada (Ur)	96 kV
Corriente nominal de descarga onda 8/MTμseg	10 kA
Clase de descarga	3
Aislamiento externo	goma y silicona
Contador de descarga	Incluido

Tensión asignada de un pararrayos (Ur): Valor eficaz máximo de la tensión a frecuencia industrial admisible entre sus bornes para la cual está previsto un funcionamiento correcto en condiciones de sobretensiones temporales establecidas en los ensayos de funcionamiento.

Tensión de funcionamiento continuo de un pararrayos (Uc): Es el valor especificado admisible de la tensión eficaz a frecuencia industrial, que puede aplicarse de forma continua entre los bornes de un pararrayos.

6.2.4. Transformador inductivo de barras

Transformadores de tensión inductivos de 110 kV, de servicio exterior, destinados a la medida y protección, de nuevas instalaciones, en subestaciones de 110 kV.

Tabla 6.9. Características asignadas transformador inductivo de barras de 100 kV (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 kV
Relación de transformación	$\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{\sqrt{3}}, \frac{0.11}{\sqrt{3}}, \frac{0.11}{\sqrt{3}}$ kV
Factor de tensión	El factor de tensión será 1.2 continuo y 1.5 durante 30 s.
Potencias y clases de precisión	
1º Arrollamiento (BT)	25 VA, clase 0.2
2º Arrollamiento (BT)	25 VA, clase 0.5 y 3P indistintamente
3º Arrollamiento (BT)	25 VA, clase 0.5 y 3P indistintamente

6.2.5. Barras generales

Tabla 6.10. Características asignadas barras generales (Fuente: Propia)

Conductor	Aluminio
Diámetro exterior/interior	120/110 mm
Intensidad admisible	4000 A
Límite de fluencia mínimo	1600 kg/cm ²
Límite de fluencia máximo	2400 kg/cm ²

6.2.6. Conductores desnudos

Las conexiones entre aparatos se realizarán con conductor de las siguientes características:

Tabla 6.11. Características asignadas conductores desnudos (Fuente: Propia)

Naturaleza del conductor	Cobre
Denominación	C-400
Sección real	236 mm ²
Diámetro aparente cable	19,95 mm
Intensidad admisible AT=40º	695 A
Peso	2,14 kg/m

7. PARQUE DE 25 kV

7.1. DESCRIPCIÓN

El parque de 25 kV es interior de doble barra y consta de un número determinado de celdas dispuestas de forma contigua una al lado de la otra formando una sola fila o dos filas separadas. En cualquier caso, permite una ampliación futura por ambos extremos.

El alcance de las celdas es el siguiente:

- 2 celdas de transformador.
- 10 celdas de línea.
- 2 celdas de acoplamiento longitudinal de barras.
- 2 celdas de servicios auxiliares.
- 2 celdas de acoplamiento transversal.
- 2 celdas de medida de barras.
- 2 celdas de condensadores.
- Barras colectoras.

La composición de los diferentes tipos de celdas que constituyen el conjunto de la instalación blindada de doble barra con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF₆) es la siguiente:

Celdas de transformador.

- 2 Tramo tripolar de barras.
- 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 6 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 2 x 240 mm² por fase.
- 3 Transformadores de tensión.
- 6 Transformadores de intensidad toroidales relación apropiada, para protección.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celda de línea.

- 2 Tramo tripolar de barras.
- 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x240 mm² Al por fase.
- 3 Transformadores de intensidad toroidales, relación apropiada, para protección.
- 1 Transformador de intensidad toroidales relación apropiada para medida de la corriente homopolar.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celdas de condensadores.

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x240 mm² Al por fase.
- 6 Transformadores de intensidad toroidales, relación apropiada, para protección.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celda de acoplamiento longitudinal de barras con interruptor.

- 2 Tramos tripolares de barras.
- 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celda de acoplamiento longitudinal de barras sin interruptor.

- 2 Tramos tripolares de barras.
- 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celda de acoplamiento transversal de barras.

- 2 Tramos tripolares de barras.
- 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celda de servicios auxiliares

- 2 Tramo tripolar de barras
- 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 3 Fusibles.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x95 mm² Al por fase.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.

Celda de medida

- 2 Tramo tripolar de barras
- 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Compartimento para elementos de control.
- 6 Detectores de control de presencia de tensión.

Barras colectoras.

Las barras blindadas de 1250 A de intensidad nominal tienen aislamiento en hexafluoruro de azufre (SF₆) monofásico o trifásico, e irán equipadas con los equipos siguientes:

- 1 Transformador de tensión en cada juego de barras.

7.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

7.2.1. Características asignadas comunes

Tabla 7.1. Características asignadas comunes componentes de 25 kV (Fuente: Propia)

Esquema	Doble barra
Tensión nominal de la red	25 kV
Tensión más elevada para el material	36 kV
Tensión soportada de corta duración a f.i. (valor eficaz)	70 kV
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	170 kV
Frecuencia	50 Hz
Corriente en servicio continuo de salida de línea, transformador y acoplamiento	1250 A
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	25 kA
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	63 kA

7.2.2. Características asignadas de los componentes

Características asignadas interruptores automáticos

Tabla 7.2. Características asignadas interruptores automáticos de 25 kV (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	36 kV
Tipo de fluido para aislamiento y corte	SF ₆
Corriente en servicio continuo salida de línea, transformador y acoplamiento	1250 A
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	25 kA
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (límite dinámico)	63 kA
Secuencia de maniobra (*)	O - 0.3s - CO - 15 seg - CO
Tiempo de apertura	< 65 ms
Tiempo de cierre	< 150 ms
Tiempo de cierre-apertura	< 65 ms
Tensión auxiliar alimentación motor	125+10%-15% Vcc
Tensión auxiliar bobinas de apertura	125+10%-30% Vcc
Tensión auxiliar bobinas de cierre	125+10%-15% Vcc

(*) O representa una maniobra de apertura

CO representa una maniobra de cierre seguida inmediatamente y sin retraso intencional de una maniobra de apertura.

Características asignadas transformadores de tensión**Tabla 7.3.** Características asignadas transformadores de tensión (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 kV
Relación de transformación	$\frac{110}{\sqrt{3}} / \frac{0.11}{\sqrt{3}}, \frac{0.11}{\sqrt{3}}, \frac{0.11}{\sqrt{3}}$ kV
factor de tensión	1,2 continuo – 1,5 durante 30 seg
Potencias y clases de precisión	
1º Arrollamiento (BT)	25 VA, clase 0.2
2º Arrollamiento (BT)	25 VA, clase 0.5 y 3 P indistintamente
3º Arrollamiento (BT)	25 VA clase 0.5 y 3 P indistintamente

Características asignadas transformadores de intensidad**Tabla 7.4.** Características asignadas transformadores de intensidad (Fuente: Propia)

Tensión más elevada para el material	145 KV
Tipo	Toroidal
Relación de transformación	800/5-5-5-5 A
Potencias, clases de precisión, factor de seguridad y factor límite de precisión	
1º Arrollamiento (BT)	10 VA cl. 0,2 S Fs<5
2º Arrollamiento (BT)	20 VA 5 P 20 Cl. 0.5
3º Arrollamiento (BT)	20 VA 5 P 30
4º Arrollamiento (BT)	20 VA 5 P 30

Características asignadas baterías de condensadores**Tabla 7.5.** Características asignadas baterías de condensadores (Fuente: Propia)

Tensión Red	25 kV
Potencia batería	6 Mvar
Número total de condensadores	18
Número estrellas	2
Nº de condensadores en paralelo en cada grupo	1 en cada semiestrella
Nº de grupos en serie	2
Tensión nominal de la batería	27,5 kV
Tensión nominal del condensador	7940 V
Nivel de aislamiento	36/70/170

7.2.3. Conductores

La conexión del transformador de potencia en 25 kV con su correspondiente cabina se realizará con conductor aislado de las siguientes características:

Tabla 7.6. Características asignadas conductores de potencia en 25 kV (Fuente: Propia)

Tensión nominal de la red	25 kV
Tensión asignada del cable (U_0/U)	18/30 kV
Sección	630 mm ²
Naturaleza del conductor	Cobre
Intensidad admisible (enterrado 1 m, terna de cables en contacto mutuo)	781 A
Sección mínima de la pantalla	16 mm ²

8. TRANSFORMACIÓN

8.1. DESCRIPCIÓN

Se instalaron 2 unidades transformadoras 110 /25 kV de 40 MVA. El secundario de 25 kV se conectó a tierra a través de una reactancia que limita la corriente de defecto a tierra y que hace las veces de neutro artificial.

8.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

Se ha escogido un transformador que se utiliza únicamente en Cataluña y Aragón para una potencia aparente de 40 MVA, la cual es la potencia aparente máxima permitida para este tipo de subestación.

Características asignadas transformador de potencia 110/25 kV.

Tabla 8.1. Características asignadas transformadores de potencia (Fuente: Propia)

Tensiones en vacío	
AT	110 kV
BT (Estrella)	-
BT (Triangulo)	25 kV
Potencia por arrollamiento en toma de menor tensión	
AT	40 MVA
BT	40 MVA
Grupo de conexión AT/BT	YNd11
Clase de refrigeración	ONAN-ONAF
Tensión cortocircuito 75º base 40 MVA	± 14 %
Relación de transformador	110.000 ± 13x1154/26.400

Características asignadas reactancia de puesta a tierra.

Tabla 8.1. Características asignadas reactancia de puesta a tierra (Fuente: Propia)

Instalación	Exterior
Tensión nominal de la red	25 kV
Tensión asignada de la reactancia	25 kV
Tensión máxima asignada	36 kV
Intensidad de defecto asignada	600 A
Intensidad permanente asignada	50 A

Impedancia homopolar por fase	60 Ohm
Conexión arrollamientos	Zig-Zag
Refrigeración	ONAN

9. SISTEMA DE CONTROL

Se va a instalar un Sistema Integrado de Control y Protección (en adelante SICOP) con las siguientes características:

9.1. TECNOLOGÍA

El SICOP es un sistema de arquitectura distribuida, formado por dos niveles jerárquicos diferenciados:

- Nivel de instalación, constituido por la Unidad de Control de Subestación (UCS).
- Nivel de posición, constituido por Unidades de Control de Posición (UCP).

9.2. FUNCIONES

El SICOP incorpora las funciones de control local, telecontrol, protección y medida de todas las posiciones de la Subestación incluido los Servicios Auxiliares tanto de corriente continua como de corriente alterna.

9.3. FUNCIONES PRINCIPALES DE LA UCS

La Unidad de Control de Subestación (UCS) constituirá un elemento central para el control de toda la subestación de un modo unificado y servirá de unidad maestra para el control de las comunicaciones con todas las UCP, con el sistema de Telemando y con el Terminal de Operación Local.

Las principales funciones que realiza la UCS son:

- a) Mando y Señalización de todas las posiciones de la Subestación.
- b) Ejecución de automatismos generales a nivel de Subestación.
- c) Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- d) Gestión de las comunicaciones con el sistema de Telecontrol.
- e) Gestión de las comunicaciones con todas las UCP.
- f) Gestión de periféricos: terminal local, impresora y módem.
- g) Generación de informes.
- h) Sincronización horaria.

- i) Opcionalmente, Gestión de comunicaciones y tratamiento de la información con las Unidades de Mantenimiento a través de la Red Telefónica Conmutada o Red de Tiempo Real.

9.4. FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS UCP

- a) Medida de valores analógicos (intensidad, tensión, potencia, etc.) directamente desde los secundarios de los TT/I y TT/T.
- b) Protección de la posición.
- c) Mando y señalización remota de los dispositivos asociados a la posición. (interruptores, seccionadores, etc.).
- d) Adquisición de las entradas digitales procedentes de campo asociadas a la posición.
- e) Gestión de alarmas internas de la propia UCP.

9.5. DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA

Los distintos elementos integrantes del SICOP se disponen de la siguiente forma:

- Un armario central en el que se instalará el equipamiento general de la Subestación y que se ubica en el edificio o sala de control. Este armario contendrá la UCS y todos los módems excepto los que comunican con el Telemando (Despacho de Maniobras).
- Las diferentes UCP se instalarán en los armarios de protección de la Subestación.
- La red de comunicaciones se instalará en las conducciones de cables de la Subestación y es de fibra óptica de plástico protegida contra la acción de los roedores.

10. SISTEMAS DE PROTECCIONES

10.1. LÍNEAS 110 kV

- Relé de distancia (21)
- Relé de sincronización para control de cierre de la línea. (25)
- Reenganchador trifásico. (79)
- Relé diferencial línea y barras. (87 L y 87 B)
- Si se dispone de comunicación por fibra óptica.
- Si no hay fibra óptica (21-1 + 21-2 + 25 + 79 + 87B)

10.2. TRANSFORMADORES 110/25 kV

- Protección diferencial. (87).
- Protección de sobreintensidad para faltas entre fases, y entre fases y tierra formada por relés de sobreintensidad de tiempo muy inverso conectados en AT. (51A/51AN).
- Relé maestro de disparo y bloqueo por actuación de las protecciones de máquina y diferencial. (86).
- Relé diferencial de barras. (87 B en AT).
- Relé sobreintensidad de Neutro. (51N + 49)
- Protecciones sobreintensidad. (51F / 51N en MT)
- Relé mínima frecuencia. (81 m en MT).
- Sistema de protecciones propias formado por:
 - Protección térmica mediante termostato y termómetro.
 - Protección Buchholz.
 - Protección de presión interna.
 - Protección de nivel de aceite.
 - Protección de ventiladores.
- Protección de regulador.

10.3. LÍNEAS MT

Protección de sobreintensidad para falta entre fases, y entre fase y tierra formada por relés de intensidad de tiempo muy inverso con elemento instantáneo. (50-51F / 50-51 N).

11. SISTEMA DE MEDIDA PARA FACTURACIÓN

La medida para la facturación se realiza en 25 kV en las posiciones de salida de línea que lo requiera.

Cada transformador está compuesto por dos contadores (principal y redundante) electrónicos combinados de Activa y Reactiva. La medida se realiza en los cuatro cuadrantes.

- Clase de precisión del contador de activa: 0,2 S.
- Clase de precisión del contador de reactiva: 0,5
- Nº de hilos: 4.
- Máxímetro configurable para cada una de las tarifas.
- Montaje saliente.
- 2 Registradores de medida
- 2 Cajas de bornas de ensayo.
- 2 Convertidores.
- 1 Modem de comunicaciones.

12. SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la presente subestación estarán ubicados en la sala de control. La siguiente imagen muestra la ubicación de los diferentes módulos y la tabla de abajo la función de cada módulo.

NOTA: Los módulos marcados en amarillo no estarán presentes en el proyecto inicial. Estos módulos se construirán en caso de que aumente la demanda de potencia en un futuro.

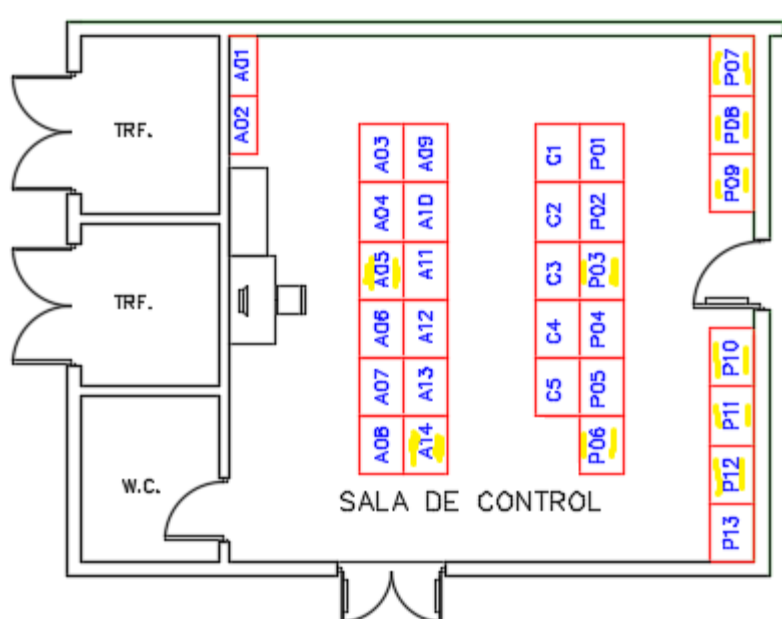


Figura 12.1. Sala de control (Fuente: Propia)

Tabla 12.1. Elementos sala de control (Fuente: Propia)

CIRCUITO	DESTINO
A01	ACOMETIDA DESDE TSA1
A02	ACOMETIDA DESDE TSA2
A03	BATERÍA 1 MÓDULO 1
A04	BATERÍA 1 MÓDULO 2
A05	BATERÍA 1 MÓDULO 3 (FUTURO)
A06	BATERÍA 2 MÓDULO 1
A07	BATERÍA 2 MÓDULO 2
A08	SERV. AUX. C.C.
A09	RTU (TELECONTROL)
A10	CALIDAD DE SERVICIO
A11	SERV. AUX. C.A. 400/230 V
A12	SERV. AUX. C.A.
A13	SERV. AUX. C.A.

A14	RESERVA
C1	BATERÍA 48 Vcc
C2	TELECONTROL (TRAME)
C3	TELEDISPARO
C4	REP. F.O.
C5	SDH/MULT
P01	PROT. LINEA A.T.1
P02	PROT. LINEA A.T.2
P03	PROT. LINEA A.T.3 (FUTURA)
P04	PROT. TRAFO 1
P05	PROT. TRAFO 2
P06	PROT. TRAFO 3 (FUTURA)
P07	PROT. (RESERVA)
P08	PROT. (RESERVA)
P09	PROT. (RESERVA)
P10	PROT. (RESERVA)
P11	PROT. (RESERVA)
P12	PROT. (RESERVA)
P13	CONCENTRADOR F.O.

12.1. SERVICIOS AUXILIARES DE C.A.

Función:

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente alterna será la alimentación de las siguientes cargas:

- Cargador de las baterías de corriente continua.
- Alumbrado y fuerza de la Subestación.
- Regulador en carga y ventiladores del transformador de potencia.
- Sistema antiincendios y anti-intrusismo

Esquema unifilar:

Se instalaron dos transformadores de servicios auxiliares conectados cada uno de ellos a las posiciones de servicios auxiliares del parque de 25 kV. A su vez, alimenta en baja tensión el cuadro de servicios auxiliares situado en el edificio de mando y control.

Características Transformador de Servicios Auxiliares**Tabla 12.2.** Características asignadas SS.AA. de C.A. (Fuente: Propia)

Tensiones en vacío	
AT	25000 V
BT	400-230 V
Potencia por arrollamiento en toma de menor tensión	250 kVA
Grupo de conexión AT/BT	Dyn11
Clase de refrigeración	Circulación Natural
Tensión cortocircuito 75º base 250 kVA	4 ± 7,5 %

12.1.1. Circuitos de C.A.

Los circuitos de alimentación de corriente alterna que parten del cuadro de servicios auxiliares son los siguientes:

Tabla 12.3. Circuitos de C.A. (Fuente: Propia)

CIRCUITO	DESTINO
A01	ACOMETIDA DESDE TSA1
A02	ACOMETIDA DESDE TSA2
A03	BATERÍA 1 MÓDULO 1
A04	BATERÍA 1 MÓDULO 2
A05	BATERÍA 1 MÓDULO 3 (FUTURO)
A06	BATERÍA 2 MÓDULO 1
A07	BATERÍA 2 MÓDULO 2
A09	RTU (TELECONTROL)
A10	CALIDAD DE SERVICIO
A11	SERV. AUX. C.A. 400/230 V (peq. fuerza aseo, peq. fuerza sala MT, peq. fuerza sótano, peq. fuerza sala control, puerta acceso, portero automático)
A12	SERV. AUX. C.A. (alumbrado caseta SS.AA., alumbrado sótano, alumbrado zona trafos, alumbrado parque intemperie, alumbrado aseo, alumbrado sala MT, alumbrado sala de control, alumbrado trafos SS.AA., alumbrado emergencia)
A13	SERV. AUX. C.A. (batería 1 módulo 1, batería 1 módulo 2, batería 1 módulo 3, batería 2 módulo 1, batería 2 módulo 2, sistema antiincendios, central antiintrusismo, armarios control)
A14	RESERVA

C2	TELECONTROL (TRAME)
C3	TELEDISPARO
C4	REP. F.O.
C5	SDH/MULT
P13	CONCENTRADOR F.O.

12.2. SERVICIOS AUXILIARES DE C.C.

Función:

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente continua es la alimentación de las siguientes cargas:

- Circuitos de control, protecciones y alarmas

Esquema unifilar:

Se instalaron dos equipos cargador-batería de 100 Ah. 125 Vcc, así como dos convertidores 125/48 Vcc

Características Transformador de Servicios Auxiliares

Tabla 12.4. Características asignadas SS.AA. de C.C. (Fuente: Propia)

Características generales	
Tensión nominal	125 + 10 % - 15 % V
Consumo en permanencia	10 A
Características de la batería	
Tipo	Estacionaria Ni-Cd
Nº de elementos	92
Tensión de flotación	1,4 V por elemento
Capacidad nominal	100 Ah
Régimen de descarga	Medio (5h)
Características del cargador	
Tensión de salida estabilizada	1 %
Factor de rizado	2 %
Intensidad de salida	15 A

12.2.1. Circuitos de C.C.

Tabla 12.5. Circuitos de C.C. (Fuente: Propia)

CIRCUITO	DESTINO
A08	SERV. AUX. C.C. (vigilancia batería 1, UCP AT, UCP MT, alarmas SS.AA., señalización general, contaje, UCS/SICOP)
C1	BATERÍA 48 Vcc
P01	PROT. LINEA A.T.1
P02	PROT. LINEA A.T.2
P03	PROT. LINEA A.T.3 (FUTURA)
P04	PROT. TRAFO 1
P05	PROT. TRAFO 2
P06	PROT. TRAFO 3 (FUTURA)
P07	PROT. (RESERVA)
P08	PROT. (RESERVA)
P09	PROT. (RESERVA)
P10	PROT. (RESERVA)
P11	PROT. (RESERVA)
P12	PROT. (RESERVA)

13. TELECOMUNICACIONES

Las vías de comunicación para el telecontrol de la subestación y el teledisparo se realizarán mediante onda portadora a fibra óptica.

13.1. COMUNICACIONES PARA EL TELECONTROL

La subestación estará dotada de un sistema de telecontrol mediante la onda portadora de fibra óptica, el cual se encarga de recoger las señales, alarmas y medidas de la instalación para su transmisión a la sala de control.

13.2. COMUNICACIONES PARA LAS PROTECCIONES

Para cumplir con los requerimientos de selectividad y rapidez en el aislamiento de defectos en líneas y cables de AT actualmente es imprescindible que los sistemas protectivos dispongan de comunicación por medios propios.

La información a transmitir será tratada y preparada por el sistema de control integrado y la transmisión se realizará por fibra óptica, instalada en la línea eléctrica. A través de esta vía de comunicación se podrán transmitir señales de teledisparo y realizar telemedida.

Los equipos de comunicaciones a instalar se alimentarán desde una fuente conmutada con tensión de salida de 48 Vcc y que se instalará en uno de los armarios de la sala de control.

14. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

14.1. RED DE TIERRA INFERIOR

La instalación general de puesta a tierra inferior cumple las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de falta a tierra.

Criterios de diseño del sistema:

- Resistividad del terreno	75 Ohm·m.
- Intensidad de defecto	7,9 kA.
- Tiempo de despeje de falta	0,5 seg.
- Tomamos como resistencia del cuerpo humano	1.000 Ohm.

Características del sistema:

El sistema de puesta a tierra está formado por:

- Electrodo de puesta a tierra que es una malla enterrada de cable de cobre de 120 mm². Los conductores en el terreno se tienden formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento (Instrucción MIE-RAT-13).
- Líneas de tierra que son conductores de cobre desnudo de 120 mm² o pletina de cobre de 25x3 que conectan los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

Instrucciones generales de puesta a tierra.

Puesta a tierra de protección

Se han puesto a tierra las partes metálicas de la instalación que no están en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se han conectado a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, entre otros, los siguientes elementos:

- a) Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- b) Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- c) Las puertas metálicas de los locales.
- d) Las vallas y las cercas metálicas.
- e) Los soportes, etc.
- f) Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contendrá la instalación de alta tensión.
- g) Los blindajes metálicos de los cables.
- h) Las tuberías y conductos metálicos.
- i) Las carcasas de los transformadores.

Puesta a tierra de servicio

Se conectaron a las tierras de servicio los elementos de la instalación, y entre ellos:

- a) Los neutros de los transformadores de potencia y los neutros de B.T. de los transformadores de SS.AA.
- b) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- c) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Interconexión de las instalaciones de tierra

Las puestas a tierra de protección y de servicio de la instalación se han conectado entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

14.2. RED DE TIERRA AÉREA

Para la protección de la Subestación frente a descargas atmosféricas (frente de onda escarpado tipo rayo), se ha instalado una red de protección aérea basada en la colocación sobre los pórticos de amarre de las líneas y en soportes tubulares para un total de (8) ocho pararrayos con dispositivo de cebado normalizado según Norma UNE 21.186.

15. SISTEMA DE ALUMBRADO

15.1. ALUMBRADO EXTERIOR

15.1.1. Alumbrado Parque AT

Como sistema de iluminación normal del Parque AT, se adopta un alumbrado mediante luminarias provistas de lámparas de 250 W, de vapor de sodio de alta presión. Nivel de iluminación 5/20 Lux.

15.1.2. Alumbrado de Accesos y de la Valla Exterior

El nivel medio de iluminación será como mínimo de 10 Lux en una franja de 6 m de ancho y a lo largo de la valla perimetral de la Subestación, con un factor de uniformidad medio de 0,25.

Para la iluminación de accesos y zonas exteriores se utilizarán luminarias equipadas con lámparas de vapor de sodio de alta presión.

15.2. ALUMBRADO INTERIOR

15.2.1. Alumbrado sala Cuadro de Control y caseta SS.AA

El sistema de iluminación adoptado será de tipo fluorescente mediante luminarias con celosía de lamas en V de aluminio, con cuatro tubos de 18 W / 1200 lm y nivel de iluminación 500 Lux.

La maniobra de encendido y apagado se realizará mediante interruptores instalados en el interior de la sala y cercanos a la puerta de acceso (lado contrario a la apertura de esta).

15.2.2. Alumbrado sala Equipo MT

El sistema de iluminación adoptado en la sala de equipos MT, será el de tipo fluorescente mediante regletas de superficie con reflector, aptas para dos tubos fluorescentes de 36 W. Nivel de iluminación 300 Lux.

En el sótano de cables, la iluminación se realizará con regletas de superficie sin reflector, aptas para un tubo fluorescente de 36 W. Nivel de iluminación 120 Lux.

15.2.3. Alumbrado dependencias

En el distribuidor y aseo, la iluminación se realizará con regletas de superficie sin reflector aptas para uno o dos tubos fluorescentes de 36 W. Nivel de iluminación 120 Lux.

15.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia se montará únicamente en el interior del edificio.

Se realizará mediante equipos autónomos gobernados por un dispositivo de control a distancia temporizado a 5 min, de forma que el encendido definitivo de los equipos se producirá cuando falte la tensión alterna o cuando ésta descienda al 70 % de su valor normal y exista presencia de personal en la instalación, detectada por estar en posición conectado uno de los interruptores del alumbrado normal.

Cada equipo estará dotado de un tubo fluorescente de 8 W cuyo flujo luminoso sea de 440 lúmenes. Dichos equipos irán fijados en las paredes del edificio y situados de forma que permitan señalar las vías de salida al exterior.

16. SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (PCI)

16.1. ZONAS DE POSIBLE RIESGO DE INCENDIO

- Edificio subestación (planta baja):
 - Paneles y armarios de control y comunicaciones.
 - Transformador Servicios Auxiliares 1.
 - Transformador Servicios Auxiliares 2.
 - Celdas MT SF₆ 25 kV.
 - Cuadro BT.
- Edificio subestación (planta sótano):
 - Cables MT 25 kV.
- Parque intemperie:
 - Transformador 1.
 - Transformador 2.
 - PTN 1.
 - PTN 2.
 - Dos Baterías de Condensadores.

16.2. SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Consiste en un sistema de detección mediante detectores de humo del tipo iónico, en sala de control, baterías y telecomunicaciones, y del tipo térmico-termovelocimétrico en transf. SS.AA. de doble cámara de ionización y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección.

En caso de que se produzca un incendio, hay sirenas acústicas para notificar a los empleados.

Se instalará una central de alarmas y detección para todas las zonas de detección.

16.3. EXTINTORES MÓVILES

Se instalan en el interior de los edificios extintores móviles de 3,5 Kg en salas de control y de 5 Kg en salas de MT.

Ubicados en las cercanías de los transformadores de potencia, se instalarán dos extintores móviles de 25 Kg de polvo polivalente.

17. SISTEMA ANTI-INTRUSISMO

17.1. OBJETO

El objetivo del documento es definir y establecer los criterios básicos de funcionalidad y diseño que se han aplicado al sistema de seguridad de la presente subestación.

17.2. CERRAMIENTOS

La subestación dispone de un cerramiento en todo su perímetro a base de un muro de hormigón del tipo RBS.

17.3. PUERTAS DE ACCESO

17.3.1. Instalaciones

La entrada al interior de la subestación se realiza a través de puertas montadas en el muro perimetral de protección.

Las puertas en cuestión son:

- 1 para acceso de vehículos y peatones.
- 1 de acceso peatonal.

La puerta de acceso de vehículos es automatizada de tipo corredera y con apertura a través de llave.

El dispositivo de apertura está situado en el interior de la instalación una vez sobrepasada la puerta peatonal, pudiendo ser accionada manualmente en caso de avería. También se instala un pulsador de apertura en la sala de control.

17.3.2. Edificio de la SAT

Las puertas de acceso a la edificación de la subestación son del tipo de emergencia, de forma que, aunque sean cerradas desde fuera, siempre se podrán abrir desde dentro.

Las ventanas, orificios de ventilación y otros espacios por los que es factible introducirse desde el exterior, están protegidos por rejas metálicas.

17.4. CRITERIOS DE DISEÑO

17.4.1. Descripción

Los equipos que componen el sistema de seguridad de tipo electrónico para la detección de intrusos son los siguientes:

- Central de alarmas.
- Consola de mando y programación.
- Contactos magnéticos.
- Detectores volumétricos duales (infrarrojos + micro-ondas).
- Sirena acústica.
- Conductores.

17.4.1.1. Central de alarmas

Todas las alarmas técnicas que se han decidido instalar son cableadas a una central de alarmas.

La central de alarmas propuesta en el presente proyecto es una central de seguridad modular de la firma CaddX modelo NetworX NX-8, distribuida por la firma CASMAR. Es compatible con la CRA (central receptora de alarmas) de Endesa Distribución Eléctrica [6].

- Se ha instalado en el interior de la sala de mando del edificio.
- Gestiona y controla los equipos detectores, almacena y/o transmite las señales generadas.

17.4.1.2. Consola de mando y programación.

Consola alfanumérica (modelo Ademco).

- Se ha instalado en el acceso de la sala de mando del edificio de la subestación.
- A través de ésta se programa la central de alarmas.
- Dispone de display y LCD alfanumérico con dos líneas, 32 caracteres, que permite describir las distintas alarmas.

17.4.1.3. Contactos magnéticos.

CONTACTOS MAGNÉTICOS adaptados al tipo de puerta a instalar (modelo Ademco).

- Se han instalado en todas las puertas y ventanas del edificio.
- Detectan la apertura de puertas o la presencia de personas en el interior de recintos cerrados.

17.4.1.4. Detectores volumétricos duales (infrarrojos + micro-ondas).

DETECTORES VOLUMÉTRICOS DUAL-TEC (modelo Ademco).

- Se han instalado en todas las salas del edificio y zonas donde estratégicamente sean necesarias, excepto vestuarios y sanitarios (ver planos).
- Este tipo de sensores de movimiento utiliza dos tecnologías distintas de detección, de modo que solo dará condición de alarma si ambas tecnologías detectan simultáneamente.

17.4.1.5. Sirena acústica.

SIRENA ACÚSTICA CON LANZA DE ESTELLOS.

- Se ha instalado en el exterior del edificio.

18. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

18.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de impacto ambiental constituye una herramienta fundamental para la detección de aquellas acciones de la actividad propuesta que puedan interferir en el medio ambiente en el que se proyecta la nueva subestación [7].

El principal objetivo del presente estudio es prever e informar sobre las consecuencias que la construcción de una subestación a la tensión de 110/25 kV puede ocasionar sobre los medios físico, biológico y socioeconómico, así como sobre el paisaje. Asimismo, permitirá, una vez valorados los efectos ambientales, establecer las medidas preventivas y/o correctoras necesarias para evitar en unos casos y minimizar en otros, las alteraciones derivadas de dicha actuación.

Son objetivos concretos de este análisis del impacto ambiental:

- Cumplir la normativa medioambiental vigente.
- Definir, analizar y valorar, desde el punto de vista ambiental, el entorno del proyecto, entendiéndose el mismo como el espacio físico, biológico y socioeconómico en el que se inserta la obra proyectada y que es susceptible de sufrir alguna alteración.
- Identificar la naturaleza y magnitud de los efectos originados por la construcción de la nueva subestación y su puesta en funcionamiento.
- Establecer las medidas preventivas y correctoras que permitan minimizar los impactos ambientales negativos generados, así como determinar los impactos residuales después de su aplicación.
- Diseñar un Programa de Vigilancia Ambiental que permita realizar un seguimiento y control de la componente medioambiental.

18.2. OBRA CIVIL Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DERIVADAS DEL PROYECTO

La obra civil necesaria para la instalación de la subestación consistirá en: explanación; cerramiento; abastecimiento de agua, drenaje y saneamiento; acceso y viales interiores; edificio; bancadas de transformadores de potencia y sistema de recogida de aceite y cimentaciones.

En el proyecto de instalación de la subestación, considerando tanto la fase de construcción como la de funcionamiento, se deben tener en cuenta las siguientes acciones:

- Movimiento de tierras.
- Transporte de material y maquinaria. Acopio de materiales.
- Muros de contención.
- Urbanizado de la zona y viales.
- Edificio.
- Montaje e instalación de los componentes de la SAT.
- Gestión adecuada de residuos.
- Necesidades de mano de obra.
- Procesos de transformación de la electricidad.

A continuación se comentan algunos de los aspectos a considerar en el Estudio de Impacto Ambiental en lo que respecta a la instalación de la SAT.

Ruidos

El funcionamiento de los transformadores de potencia da lugar a un ligero incremento del nivel sonoro de fondo, debido a dos razones principales: en primer lugar, la vibración propia de los devanados producto de la frecuencia de la red y, por otro, el de los ventiladores de su equipo de refrigeración cuando está en servicio.

El máximo nivel de ruido de los transformadores previstos en la SAT, en las condiciones más extremas de funcionamiento, queda limitado a 80 dB(A). Este nivel de ruido es el que como máximo se podría producir en el entorno inmediato de cada transformador coincidiendo todos sus equipos de ventilación en funcionamiento. Este nivel es ostensiblemente inferior en las condiciones normales de servicio, en las que la capacidad de los transformadores cubre holgadamente la demanda energética sin necesidad de actuación de los equipos de ventilación forzada, siendo esta situación la más habitual de funcionamiento a lo largo de la vida del transformador.

Las condiciones de diseño adoptadas posibilitarán una importante reducción de dicho nivel de ruido en la periferia de la subestación, que quedará, en todo caso, por debajo de los valores permitidos para el entorno de la subestación.

En este sentido, son de significar, la separación adoptada entre los propios transformadores que evitará se produzca el efecto conjunto señalado, reduciéndose por esta circunstancia el ruido total emitido en fuente.

Gases

La única emisión de gases que se puede producir en la SAT es la debida a una eventual pérdida de hexafluoruro de azufre (SF_6), gas sintético e inerte que se utiliza como dieléctrico en las celdas de los

sistemas de 110 kV y 25 kV, lo que permite un alto grado de compactación de estos equipos y su instalación en el interior de un edificio. El volumen del mismo es mínimo, por lo que, en caso de fuga, su dispersión en el aire hace que sea totalmente inofensivo. Además, cualquier hipotética fuga de gas sería detectada automáticamente como señal de alarma en el Sala de control de ENDESA para su inmediata corrección.

Fluidos (Aceite)

El único fluido que existirá en la subestación es el aceite mineral que se utiliza para la refrigeración de los transformadores de potencia por sus características dieléctricas y refrigerantes. El aceite que utiliza ENDESA en sus transformadores es conforme a la norma UNE 21.320 que regula las características de los mismos.

Su función es: eficaz aislamiento eléctrico y extracción del calor generado en el núcleo y arrollamientos.

Procede de la destilación fraccionada del petróleo y está constituido por una mezcla de hidrocarburos saturados e insaturados, dependiendo del origen del crudo y su proceso de refino. La composición más frecuente da un 60% de hidrocarburos parafínicos, un 30% de nafténicos y un 10% de aromáticos, junto con trazas de aditivos sintéticos inhibidores de los procesos de oxidación.

Quedaría, por último, como riesgo potencial derivado de la presencia de estos aceites, la consideración de un posible vertido que pudiera producirse por causas imprevisibles.

En condiciones normales de funcionamiento es prácticamente imposible que se pueda producir un vertido de aceite por mínimo que éste sea, dadas las características de robustez y fiabilidad de funcionamiento que presentan los transformadores en los que, teniendo en cuenta su vital importancia para el desarrollo de la actividad de una subestación transformadora, se mantiene un riguroso y especial cuidado en su diseño, fabricación, calidad de sus materiales, etc., estando dotados además de los necesarios sistemas de control de sobreintensidades, sobretensiones, temperatura, presión, etc., que aseguran en todo momento el correcto funcionamiento de estos equipos dentro de los parámetros preestablecidos.

En la práctica solo cabría razonablemente considerar como factor de riesgo para un posible vertido de aceite, la hipótesis de una acción voluntaria o un accidente grave que pudiera producirse por razones ajenas a la propia actividad desarrollada en la subestación.

Ante una hipotética situación de este tipo, los transformadores se instalarán sobre una cubeta que canalizaría el aceite a un depósito de recogida en el que quedaría confinado el fluido derramado para su posterior tratamiento. Por otra parte la fuga sería inmediatamente detectada por los elementos

de control instalados, enviando la correspondiente señal de alarma al Sala de control que pondría en marcha los procedimientos de actuación previstos en estos casos.

Electrocución

El riesgo de electrocución tanto en el interior de la subestación como en el exterior circundante a la misma, queda eliminado por aplicación de las medidas adoptadas por la reglamentación específica para este tipo de instalaciones, que en todo caso se cumplirán en la SAT.

En consecuencia, en el diseño y construcción de la subestación se han tenido en cuenta, entre otras, las disposiciones referentes a niveles de aislamiento, distancias entre elementos, instalaciones de puesta a tierra y pasillos y zonas de protección contra contactos accidentales tanto en el interior como desde el exterior del recinto de la instalación.

La SAT será controlada por telemando desde la sala de control. No necesitará por tanto presencia humana continua, limitándose ésta a operaciones programadas de mantenimiento o revisiones periódicas de equipos. Éstas serán ejecutadas siempre por personal de alta cualificación, por lo que el riesgo de accidente laboral es muy pequeño.

La subestación estará dotada de una instalación de puesta a tierra que en todo momento será conforme al “Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación” que en su Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13, “Instalación de puesta a tierra”, regula las condiciones y prescripciones que deben cumplir este tipo de instalaciones.

Así mismo, la instalación quedará protegida por un vallado perimetral para garantizar al máximo la seguridad e inaccessibilidad a la misma.

Incendio

El incendio no es un riesgo inherente a la propia actividad desarrollada en la SAT, cuya carga térmica es baja y procede principalmente de los aceites dieléctricos contenidos en los transformadores de potencia.

Además, el riesgo de incendio disminuye con los sistemas automáticos de protección de todos los equipos, que provocan su puesta fuera de servicio ante cualquier anomalía que ocasione sobreintensidades, sobretensiones y calentamientos anormales en la explotación de este tipo de instalaciones.

En conclusión, la actividad desarrollada en la SAT desde el punto de vista del incendio, como se ha dicho, se puede clasificar como de bajo riesgo. No obstante se tendrán en cuenta y cumplirá en todo

caso la normativa de aplicación correspondiente, en particular las prescripciones que señala el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación, en sus Instrucciones técnicas complementarias.

18.3. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

A continuación, se caracterizan y valoran los impactos producidos por el proyecto de construcción y funcionamiento de la SAT, en función de cada uno de los elementos del medio afectados.

18.3.1. Impactos sobre la geología / geomorfología

Las únicas alteraciones que se pueden producir sobre el sistema geológico-geomorfológico son las relativas a los cambios de relieve que se pueden generar como consecuencia de los movimientos de tierras que se han de llevar a cabo para la preparación de terreno en la zona donde se desarrollará la construcción de la SAT. En la fase de funcionamiento no se prevé ninguna afección sobre este elemento.

Estas afecciones no serán elevadas ya que estos movimientos de tierra se centran en la realización de los trabajos de explanación exclusivamente en la zona de la construcción, excavaciones para la cimentación del edificio, etc., que no tendrán efectos sobre el relieve. Debe considerarse, además, que el tamaño de la superficie necesaria donde se realizará la instalación de la SAT (aproximadamente 3600 m²) no es elevado.

Además, no será necesario abrir nuevas vías de acceso a la parcela objeto de proyecto, ya que ésta se encuentra perfectamente comunicada.

Los trabajos correspondientes comprenderán la retirada de la capa de tierra vegetal existente en las zonas a explanar, excavación y relleno hasta la cota fijada para igualar la rasante de la actual parcela en la zona que conforma el parque de la subestación que ocuparán la transformación de 110/25 kV y el edificio de control y celdas, así como las demás instalaciones que conforman la SAT.

En lo que respecta a las afecciones que pudiesen suponer los movimientos de tierra, éstas no serán elevadas ya que estos movimientos se centran en la realización de los trabajos de explanación exclusivamente en la zona de la construcción, excavación y nivelación del hueco por apoyo del edificio de control, apertura de zanjas superficiales, etc., que no tendrán efectos sobre el relieve.

Hay que indicar que, salvo las actuaciones que se llevan a cabo en la zona de proyecto (3600 m² aproximadamente), en los alrededores se mantendrá la morfología actual, pudiéndose afirmar que los movimientos de tierras a realizar como consecuencia del proyecto serán de escasa envergadura.

Los materiales procedentes de la obra serán retirados de forma conveniente, procediendo siempre al aprovechamiento de los mismos.

Por otra parte, la zona donde se localizará la SAT no posee ningún punto de interés geológico y las formas del terreno tampoco presentan ningún interés especial.

En consecuencia, los cambios previstos en la morfología actual del relieve son de una magnitud muy baja caracterizándose el impacto como negativo, directo, permanente, a corto plazo, acumulativo, irreversible y recuperable; se valora como COMPATIBLE.

18.3.2. Impactos sobre la edafología

Las modificaciones causadas en el suelo por la instalación del proyecto han de medirse por los cambios que se producen en sus características físicas y químicas, que a su vez inducen distintas tendencias e intensidades en los procesos genéticos que tienen lugar en el mismo. El resultado es una distinta cualificación o aptitud de ese suelo al variar sus propiedades y su capacidad agrológica.

La consecuencia más directa de la ejecución del proyecto, y generalmente más importante, es la ocupación del suelo y la pérdida o disminución de la potencialidad agraria que supone.

Fase de construcción

La instalación de la SAT provocará, entre otros factores, una destrucción directa del suelo y una disminución de su calidad por las obras a realizar y por la ocupación del espacio donde se asentará el proyecto. Estas afecciones sobre los suelos se producirán principalmente durante la fase de construcción, como consecuencia de la preparación del terreno y del acopio de materiales, limitándose a los 3600 m² ocupados por la SAT.

La magnitud de la alteración sobre el medio edáfico está en función de la calidad del suelo afectado, del movimiento de tierra necesario para la preparación de la plataforma, haciéndose la previsión de estos impactos con relación a estos indicadores.

Por otra parte, el movimiento de tierras que deberá llevarse a cabo, tal y como se ha visto en el apartado anterior, no será relevante.

Igualmente, la superficie afectada por la construcción de la subestación es del orden de 3600 m², lo que representa una ocupación de terreno de poca envergadura. De la misma forma, el acopio de materiales extraídos no requerirá un espacio en esta zona ya que se retirará de forma conveniente según se vaya realizando la obra.

En consecuencia, el impacto destrucción y pérdida de calidad del suelo se considera como un efecto negativo, directo, permanente, discontinuo, sinérgico, reversible y recuperable; se valora como COMPATIBLE.

También se pueden generar efectos negativos de tipo físico, tales como un aumento del riesgo de erosión, por remoción de tierras, compactación y pérdida de estructura, derivados de su operación (movimientos de vehículos y maquinaria, etc.). En cuanto a la compactación y pérdida de estructura, este efecto se evitará señalizando el área de actuación y evitando que materiales o maquinaria invadan zonas periféricas al proyecto. Por ello, estos impactos se consideran como NO SIGNIFICATIVOS.

Un efecto secundario sobre el suelo deriva de su contaminación por los desechos, residuos, etc. Cabe destacar que el proyecto de instalación de la SAT no producirá sustancias o procesos que impliquen contaminación del sustrato. No obstante, existe un riesgo de contaminación del mismo por el vertido accidental de aceites, grasas y/o combustibles de la maquinaria durante la fase de instalación. Estos vertidos pueden contaminar la zona donde caigan, si bien esto es bastante improbable por existir medidas preventivas concretas en este sentido. Dado que la probabilidad de ocurrencia es MUY BAJA, este impacto se valora como negativo, directo, permanente, a corto plazo, sinérgico, irreversible y recuperable y se valora como COMPATIBLE.

Fase de funcionamiento

Durante la fase de funcionamiento, y como ya se ha comentado, el único fluido que existirá en la SAT es el aceite mineral que se utiliza en los transformadores por sus características dieléctricas y refrigerantes. Procede de la destilación fraccionada del petróleo y está constituido por una mezcla de hidrocarburos saturados e insaturados, dependiendo del origen del crudo y su proceso de refinado. La composición más frecuente da un 60% de hidrocarburos parafínicos, un 30% de nafténicos y un 10% de aromáticos, junto con trazas de aditivos sintéticos inhibidores de los procesos de oxidación.

En uso normal, este aceite tendrá una vida muy larga, ya que será sometido a pruebas periódicas para corregir la presencia de sustancias no deseadas. Su confinamiento en una cuba hermética con su depósito de expansión hace que, durante su funcionamiento normal, no implique riesgo alguno.

Como medida de seguridad, el riesgo de un vertido incontrolado del aceite de los transformadores se corregirá construyendo bajo las cubas de los mismos una bandeja de hormigón armado estanca, con el fin de recoger los posibles fluidos que caigan sobre ella y conducirlos, merced a la pendiente de la misma primero y tubería de conducción después, hasta un depósito enterrado con suficiente capacidad para acoger el aceite que pudiera derramarse.

El único factor de riesgo para el posible vertido de aceite lo constituye un accidente grave o una acción voluntaria. En este caso, la pérdida de una cantidad considerable de aceite sería detectada inmediatamente por los elementos de control instalados, enviando la correspondiente señal a la sala de control. Por otro lado, el volumen de aguas residuales procedentes del aseo será de poca entidad, ya que la presencia de personal en la SAT quedará limitada a trabajos puntuales de mantenimiento y posibles incidencias..

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el impacto por contaminación del suelo durante la fase de funcionamiento se considera NO SIGNIFICATIVO.

En cuanto al aumento del riesgo de erosión derivado de la presencia de la infraestructura y de la nueva disposición del terreno tras la fase de obras se considera como NO SIGNIFICATIVO.

18.3.3. Impactos sobre la hidrología

Fase de construcción

La eliminación de vegetación, alteración del terreno y la creación de nuevas superficies como consecuencia de la preparación del terreno y acumulación de suelo pueden ocasionar afecciones sobre el régimen hídrico, modificando las líneas naturales de escurrimiento.

En cuanto a la interrupción o alteración de la red de drenaje, el emplazamiento no supone la alteración de la red de drenaje natural. Por tanto, los impactos que puede causar el proyecto directamente sobre la red de drenaje son NULOS.

En cuanto a las aguas subterráneas, una de las implicaciones que suele tener más entidad es la posible interrupción del flujo natural de las aguas hacia los acuíferos, consecuencia directa de la remoción del suelo y sustitución por superficies más o menos impermeables, con lo que la infiltración disminuye y aumenta la escurrimiento; al mismo tiempo, los acuíferos no se recargan y desciende el nivel freático, con obvias consecuencias en otros elementos.

En este caso concreto la zona afectada por las obras no presenta agua freática; la alteración sobre las aguas se considera como un efecto negativo, indirecto, permanente, discontinuo, sinérgico, reversible y recuperable, y por tanto se valora como NO SIGNIFICATIVO-COMPATIBLE.

En cualquier caso, de forma general, y para cualquiera de las actividades de la fase de construcción, se deberá evitar la contaminación producida por vertidos accidentales, cumpliéndose con rigor todas aquellas medidas necesarias en cuanto al uso de materiales y sustancias que pueden ocasionar problemas, especialmente en lo que respecta a los cambios de aceite de la maquinaria utilizada así

como a los vertidos del hormigón sobrante. Por tanto, el impacto se considera como NO SIGNIFICATIVO.

Fase de funcionamiento

Como se ha indicado anteriormente, el volumen de aguas residuales procedentes del aseo será de poca entidad, ya que la presencia de personal en la SAT quedará limitada a trabajos puntuales de mantenimiento y posibles incidencias.

No obstante, teniendo en cuenta que la zona donde se realizará la actuación proyectada tiene un riesgo de vulnerabilidad de las aguas subterráneas calificado como nulo, este impacto se considera negativo, directo, permanente, discontinuo, sinérgico, irreversible y recuperable, y, por tanto, se valora como NO SIGNIFICATIVO-COMPATIBLE.

Al igual que en la fase de instalación, durante los trabajos de mantenimiento de la SAT han de cumplirse estrictamente todas las medidas de control necesarias en cuanto al uso de materiales y sustancias que pudieran ocasionar algún problema a este respecto, minimizando de esta forma el riesgo de vertidos accidentales.

18.3.4. Impactos sobre el aire/clima

La construcción y puesta en funcionamiento de la SAT tendrá unos efectos inapreciables sobre el clima y la calidad del aire. Los impactos considerados en el presente estudio de impacto ambiental en lo que respecta a este elemento son los relativos a cambios en la calidad del aire, aumento de niveles sonoros y producción de campos eléctricos y magnéticos.

Fase de construcción

Uno de los posibles impactos sobre la calidad del aire se centra en las emisiones de elementos contaminantes, principalmente partículas de polvo y contaminantes gaseosos, como consecuencia del movimiento de tierras necesario para la preparación del terreno y por el movimiento de maquinaria utilizado para ésta y otras acciones relativas a la ejecución del proyecto. En este último caso, la contaminación vendrá dada por los gases procedentes de los tubos de escape de la maquinaria y del polvo que se pueda levantar consecuencia de la rodadura de ésta por la zona del proyecto. Las emisiones producidas generarán un cambio en la calidad del aire que dependerá de la magnitud de dichas emisiones y de otra serie de parámetros, tales como intensidad del viento, que intervendrán en los valores de inmisión.

La contaminación generada por las obras será de magnitud mínima, considerándose un efecto negativo, temporal, a corto plazo, sinérgico, reversible y recuperable, valorándose como COMPATIBLE.

Durante la fase de construcción, el aumento de los niveles sonoros se deberá a diversas acciones tales como movimiento de tierras, transporte de material y maquinaria, etc. Los ruidos producidos serán en todo caso de pequeña magnitud. Esto, unido a su carácter temporal, ya que sólo durarán mientras que duren las obras, hace que el impacto por ruido durante la fase de construcción se considere NO SIGNIFICATIVO.

Fase de funcionamiento

En lo que respecta a los cambios de calidad del aire durante la fase de funcionamiento, la única emisión de gases que se puede producir en la SAT es la debida a una eventual pérdida de hexafluoruro de azufre (SF_6), gas sintético e inerte que se utiliza como dieléctrico en las celdas de los sistemas eléctricos. Como ya se ha indicado anteriormente el volumen del mismo es mínimo, por lo que en caso de fuga su dispersión en el aire hace que sea totalmente inofensivo. Además, cualquier hipotética fuga de gas sería detectada automáticamente como señal de alarma la sala de control para su inmediata corrección. Por todo ello, el impacto se considera NO SIGNIFICATIVO.

El funcionamiento de los transformadores de potencia da lugar a un ligero incremento del nivel sonoro de fondo debido a dos razones principales: en primer lugar la vibración propia de los devanados producto de la frecuencia de la red y, en segundo lugar, el de los ventiladores de su equipo de refrigeración.

Teniendo en cuenta el nivel de ruido producido en fuente por los transformadores en funcionamiento, el rápido decrecimiento del mismo con la distancia al elemento emisor y la propia vegetación de los alrededores que ofrecen de por sí un importante apantallamiento natural, hacen que el impacto por incremento de nivel sonoro se considere un efecto negativo, permanente, a corto plazo, directo, acumulativo, reversible y recuperable, valorándose como COMPATIBLE-MODERADO

Las vibraciones en ningún caso serán significativas ya que los transformadores están anclados en bancadas independientes sobre suelo firme y aislados de la estructura de la edificación.

Las subestaciones transformadoras de electricidad pueden producir, durante la fase de funcionamiento, una ligera modificación de los campos eléctricos y magnéticos, que en caso de existir tendrá lugar en el entorno próximo de la instalación. En este sentido, los valores de campo serán muy inferiores a los máximos recomendados a nivel internacional.

De acuerdo con el resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo a partir del Informe técnico realizado por el Comité de Expertos Independientes, de fecha 11 de mayo de 2001, la exposición a campos electromagnéticos no ocasiona efectos adversos para la salud, dentro de los límites establecidos en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE). Por todo lo indicado anteriormente, no se considera impacto en este sentido, valorándose como NULO.

18.3.5. Impactos sobre la vegetación

Los impactos que el proyecto puede causar sobre la vegetación y los usos del suelo se producen fundamentalmente durante la fase de construcción, ya que durante la misma tienen lugar todos los movimientos de tierras y movimientos de maquinaria necesarios, así como el traslado de materiales, montaje e instalación de los componentes de la SAT, etc.

Fase de construcción

Los impactos más significativos se centran en la fase de ejecución de la construcción, debido a la eliminación directa de los usos del suelo y vegetación que allí se desarrollan.

Como se ha comentado con anterioridad, no será necesaria la creación de nuevos accesos a la parcela donde se proyecta construir la SAT, por lo que la superficie afectada se limitará a esta parcela de ubicación de la SAT (aproximadamente 3600 m²), no viéndose afectados los usos del entorno de la zona del proyecto.

El emplazamiento ha evitado áreas en las que el valor ecológico de las formaciones vegetales presentes sea alto. Asimismo, se han evitado zonas con presencia de especies que estén protegidas y hábitats de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Por todo ello, el impacto consecuencia de la destrucción de la vegetación se considera como negativo, directo, a corto plazo, permanente, sinérgico, irreversible y recuperable, valorándose como COMPATIBLE.

Otro efecto sobre este elemento, como es la degradación de la vegetación del entorno a consecuencia de procesos indirectos, ya sea por emisión de contaminantes por parte de la maquinaria, vertidos, etc., es muy improbable que se produzca, reduciéndose en todo caso al entorno inmediato, ocupado por cultivos agrícolas. Por lo comentado anteriormente, considerando además que estas incidencias serán claramente temporales y finalizarán un vez acabadas las obras, este impacto se considera NO SIGNIFICATIVO.

Fase de funcionamiento

Durante la fase de funcionamiento, no se prevé que se vaya a producir ningún tipo de impacto sobre este elemento.

18.3.6. Impactos sobre la fauna

El emplazamiento de la SAT ha rechazado las áreas cercanas a puntos de nidificación, posaderos o concentración de aves de interés.

El impacto sobre las comunidades faunísticas derivado de la nueva SAT será consecuencia de un conjunto de acciones, entre las que destacan la propia instalación de la infraestructura eléctrica, los movimientos de la maquinaria y las emisiones de ruido en las distintas fases operativas, así como la ocupación del espacio físico por las instalaciones de la SAT después de su construcción.

Fase de construcción

Una primera afección que tendrá lugar durante esta fase será la destrucción directa de ejemplares faunísticos por la preparación del terreno y excavaciones en general. No obstante, la fauna afectada será de escasa importancia, tratándose normalmente de eliminación de invertebrados edáficos y micromamíferos cuyo hábitat se encuentre en la zona donde se actuará. Dada la poca magnitud de las obras y la escasa importancia de la fauna que se vería afectada, este posible impacto se considera NO SIGNIFICATIVO.

Durante la instalación de las infraestructuras también se podrán producir alteraciones en el comportamiento animal debido, principalmente, a la pérdida de calidad o degradación del hábitat a resultas del movimiento de maquinaria y camiones, así como a los ruidos producidos por los mismos aunque, debe señalarse, que estos ruidos serán de poca envergadura dada la magnitud del proyecto.

Teniendo en cuenta el carácter temporal de esta alteración, ya que durará solamente hasta que finalicen las obras, las características del entorno (área marcadamente agrícola, próxima a infraestructuras como carreteras, redes de riego e industrias, etc.) y el bajo interés de cara a su conservación de las especies presentes, el impacto alteración del comportamiento se considera negativo, directo, temporal, a corto plazo, simple, reversible y recuperable, y se valora como NO SIGNIFICATIVO-COMPATIBLE.

La disminución de la calidad de los hábitats será de muy pequeña magnitud dada la superficie del proyecto y el tipo de hábitat afectado. Este impacto se valora como NO SIGNIFICATIVO,

principalmente debido a la localización de la zona de proyecto, una zona agrícola próxima a zonas muy antropizadas.

Fase de funcionamiento

En lo que respecta a la fase de funcionamiento, los posibles impactos sobre la fauna están relacionados con la presencia de la SAT, lo que podría suponer que las poblaciones animales se mantengan más o menos alejadas del lugar. Los ruidos producidos por la actividad de la SAT pueden afectar a las comunidades establecidas en el entorno de la misma, alterando su comportamiento y provocando un desplazamiento de aquellas especies que resulten más sensibles frente a este agente perturbador.

Teniendo en cuenta el escaso ruido generado por la instalación, el ruido ambiental existente y las especies presentes en la misma, el impacto por disminución de la calidad de los hábitats por la presencia de la SAT se considera NO SIGNIFICATIVO.

En cuanto a colisión y electrocución de aves, será muy raro que se produzca dicho impacto debido a que la SAT resulta una instalación perfectamente visible y fácilmente evitable por las aves.

18.3.7. Impactos sobre el medio socioeconómico

Fase de construcción

POBLACIÓN

Las alteraciones sobre la población son muy variadas, dada la situación en la que se localiza la infraestructura. A continuación, se describen cada una de las alteraciones posibles.

La implantación del proyecto puede generar efectos en la población activa por la generación de empleo, lo que producirá una demanda de mano de obra, si bien ésta tendrá lugar fundamentalmente durante la fase de instalación, ya que en la fase de funcionamiento se reducirá a las labores de mantenimiento de la propia instalación. Estos posibles empleos tendrán carácter temporal.

El sector de población trabajadora puede sufrir un impacto positivo ante la expectativa de trabajo que pueda generarse. Su incidencia es positiva, directa, temporal, simple y a corto plazo. La magnitud es BAJA.

Por otra parte, la construcción de la SAT generará molestias a la población de la zona, consecuencia fundamentalmente de los movimientos de tierra, circulación de maquinaria, etc., que producen un deterioro de las condiciones del entorno que pueden afectar a la población residente, ya sea por el

incremento de partículas en suspensión, humos o ruidos producidos. Se trata de un efecto de escasa magnitud y claramente temporal que cesará cuando terminen los trabajos, y que, teniendo en cuenta las medidas protectoras y la no proximidad a núcleos urbanos, se considera NO SIGNIFICATIVO.

SECTORES ECONÓMICOS

Las alteraciones sobre el sistema económico dependen de la configuración del marco de las actividades económicas en el área del proyecto y de las características propias de la infraestructura.

Así, en el sector secundario, dentro de la rama de la construcción, pueden ser requeridos ciertos servicios que proporcionen unos beneficios económicos para la población. Así, se podrán realizar contrataciones de servicios a empresas (materiales de construcción, subcontrataciones, etc.), con lo que existirá una dinamización económica temporal. Estas demandas de servicios son POSITIVAS ya que repercuten de forma provechosa en el sistema económico, aunque su cuantía no se estima de mucha envergadura. La magnitud será BAJA.

SISTEMA TERRITORIAL

Sobre el Planeamiento Urbanístico, citar que los terrenos donde se proyecta construir la SAT están clasificados como suelo No Urbanizable.

Por todo lo dicho, el impacto de la SAT en proyecto sobre el Planeamiento Urbanístico se considera NULO.

Dado el estado actual del suelo, el uso existente en la zona de implantación de la SAT y que la superficie afectada es muy pequeña (aproximadamente 5.431 m²) el impacto por cambio en el uso del suelo se considera NO SIGNIFICATIVO-COMPATIBLE.

Por otro lado, respecto afecciones sobre la propiedad, ENDESA ha llegado a un acuerdo con los propietarios de los terrenos para su adquisición, por lo que el impacto se considera NO SIGNIFICATIVO.

En lo que respecta a la posible afección al Patrimonio, dado que no hay referido ningún yacimiento arqueológico ni elemento de interés en este punto, el impacto se considera NULO.

Respecto a las infraestructuras, cabe señalar que la construcción de la SAT no afecta directamente a ninguna infraestructura.

En lo que respecta a Espacios Naturales Protegidos y otros lugares de interés, la ubicación de la zona de construcción de la SAT no afectará a ninguno de estas figuras de protección, por lo que estos impactos se consideran NULOS.

Fase de funcionamiento

POBLACIÓN

Durante la fase de funcionamiento habrá una necesidad de mano de obra para cubrir las labores de mantenimiento de la propia instalación. En cualquier caso, dado que estos trabajos serán muy puntuales y esporádicos, la generación de empleo durante la fase de funcionamiento tendrá una muy baja incidencia global sobre la población. Por ello este impacto se caracteriza positivo, directo, temporal, simple y a corto plazo. La magnitud es MUY BAJA.

En lo que se refiere a efectos sobre el bienestar y la calidad de vida, se puede considerar como un impacto positivo en la población del territorio, ya que el incremento de la seguridad y de las condiciones de prestación de suministro eléctrico redundará en una mejora de la calidad de vida de la población que resulte abastecida. Este efecto positivo se considera de magnitud ALTA.

El funcionamiento de las instalaciones podría provocar un riesgo por incendio sobre población, aunque cabe destacar que el incendio no es un riesgo inherente a la propia actividad desarrollada en la SAT, cuya carga térmica es baja y procede principalmente de los aceites dieléctricos contenidos en los transformadores de potencia.

Además, el riesgo de incendio disminuye con los sistemas automáticos de protección de todos los equipos, que provocan su puesta fuera de servicio ante cualquier anomalía que ocasione sobreintensidades, sobretensiones y calentamientos anormales en la explotación de la instalación.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y que no habrá trabajadores de forma continua en la subestación, el impacto por aumento del riesgo de incendio se considera NO SIGNIFICATIVO.

Se ha considerado también el impacto referido a riesgo de electrocución. La SAT será controlada por telemando integrado en la sala de control. No necesitará por tanto presencia humana continua, limitándose ésta a operaciones programadas de mantenimiento o revisiones periódicas de equipos. El riesgo de accidente laboral es, en consecuencia, muy pequeño.

El riesgo de electrocución para personas ajenas al propio servicio es NULO, al dotarse a la instalación de un sistema de puesta a tierra reglamentario y de un cierre exterior, así mismo, reglamentario.

SECTORES ECONÓMICOS

Por otra parte, y como ya se ha comentado con anterioridad, la puesta en marcha de la SAT supone un incremento de seguridad y condiciones de suministro eléctrico, lo que redundará en una mejora de la situación energética de la zona y la respuesta a una demanda generalizada en este área. Se trata de

un impacto POSITIVO de magnitud ALTA y duración permanente, ya que durará mientras permanezca la SAT en servicio, manifestándose a corto plazo.

Por último, mencionar que la ubicación de la SAT en el territorio puede incidir de forma positiva e indirecta en el desarrollo urbano e industrial del mismo, contribuyendo a la adquisición de características que favorezcan dicho desarrollo.

18.3.8. Impactos sobre el paisaje

En lo referente a los impactos sobre el paisaje debe tenerse en consideración los siguientes aspectos:

- La fragilidad en la zona de proyecto se considera igualmente baja, ya que la vegetación arbórea existente en las cercanías, además de las propias infraestructuras de la zona aportan un importante apantallamiento visual que ayuda a la integración de la SAT en el paisaje.
- Los observadores potenciales de esta área serán los habitantes de las residencias de la zona, así como agricultores y personas que transitan por estos caminos.
- Este entorno carece de complejidades morfológicas y contrastes visuales que doten de especial atractivo al área de proyecto.
- A consecuencia de lo anterior, la cuenca visual de la SAT será muy pequeña.

Por todo esto (sobre todo por la baja calidad del paisaje), en la **fase de construcción** el impacto paisajístico no será importante. Como rasgo más significativo se apreciará un mayor trasiego de maquinaria, el cual, no obstante, será muy pequeño. Este impacto se considera negativo, directo, sinérgico, temporal, reversible y recuperable, valorándose como NO SIGNIFICATIVO-COMPATIBLE.

En lo que se refiere a la intrusión visual de la SAT en la **fase de funcionamiento**, la SAT no es visible desde las localidades de Corçà, por lo que los únicos observadores potenciales son los agricultores de la zona y puede decirse que no se romperá en demasía el contraste visual existente o/y entre formas o/y entre cualquiera de las demás características visuales, aunque las nuevas instalaciones de la SAT serán perceptibles desde algunos puntos del exterior. Por lo tanto, se trata de un efecto negativo, directo, acumulativo, continuo, a corto plazo, irreversible y recuperable. Se ha valorado como COMPATIBLE.

18.4. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

Las medidas protectoras y correctoras a aplicar tienen como finalidad disminuir o evitar el impacto ambiental producido por una determinada actuación; en este caso se trata de la instalación de la SAT a 110/25 kV y posterior funcionamiento, situada el municipio de Corçà.

18.4.1. Medidas protectoras

SUELO

- No se realizarán en la zona cambios de aceites, reparaciones y/o lavados de la maquinaria que puedan provocar contaminación en el suelo. Si accidentalmente se produjera algún vertido directo de materiales grasos provenientes de la maquinaria, se procederá a recoger éstos, junto con la parte afectada de terreno, para su posterior tratamiento o eliminación en centros apropiados.
- Minimización de las zonas de acopio de materiales de montaje de la infraestructura o procedentes de la excavación.
- Eliminación adecuada de los materiales sobrantes.
- Como medida de seguridad, el riesgo de un vertido incontrolado del aceite de los transformadores se corregirá construyendo bajo las cubas de los mismos una bandeja de hormigón armado estanca, con el fin de recoger los posibles fluidos que caigan sobre ella y conducirlos, merced a la pendiente de la misma primero y tubería de conducción después, hasta un depósito enterrado con suficiente capacidad para acoger el aceite que pudiera derramarse.

AGUA

- La maquinaria que se vaya a utilizar durante la ejecución de las obras será revisada periódicamente con el objeto de evitar pérdidas de lubricantes, combustibles, etc. Los cambios de aceites, reparaciones y lavados de la maquinaria se llevarán a cabo en zonas específicas donde no haya peligro de contaminación de las aguas por vertidos de lubricantes, hormigón u otros productos.
- Los residuos procedentes de estas actuaciones en ningún caso serán depositados sobre el suelo o sobre los drenajes naturales del entorno, para lo cual deberán ser trasladados a vertederos controlados que se hagan cargo de los mismos.
- La posible contaminación del agua, como consecuencia de un escape de aceite del transformador, que ocasionalmente pudiera producirse, será evitada con la existencia de bancadas que incluyen una cubeta para recogida del aceite.
- El aceite procedente del funcionamiento de la maquinaria durante la explotación de la SAT será gestionado convenientemente, de forma que se recoja periódicamente por una empresa autorizada.

ATMÓSFERA

- Con el fin de atenuar el ruido producido durante el período de construcción se procederá a la utilización de maquinaria que cumpla los valores límite de emisión de ruido establecidos por la normativa, evitando, en la medida de lo posible, el funcionamiento simultáneo de maquinaria pesada, así como las operaciones bruscas de aceleración y retención.
- En cuanto a la contaminación del aire y con el fin de atenuar en lo posible las emisiones de contaminantes atmosféricos durante la fase de construcción, se evitará el levantamiento de polvo en las operaciones de carga y descarga de materiales, así como al apilamiento de materiales finos en zonas desprotegidas del viento para evitar el sobrevuelo de partículas.
- Por otra parte, para impedir la propagación de vibraciones, las máquinas de transformación irán dispuestas sobre carriles en una losa de hormigón, la cual será independiente y estará aislada del resto de la instalación.

VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

- Con el objeto de no afectar a los usos localizados en el entorno de la obra, se reducirá todo lo posible el área de actuación, limitándose en todo caso a la zona en la que queda integrada la SAT. Esta acción traerá consigo la minimización de la superficie alterada, que quedará reducida al máximo.
- Todos los materiales necesarios para el proyecto se almacenarán siempre que sea posible en el interior de dicha parcela, evitando así la alteración de otras áreas limítrofes.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

- La SAT será controlada por telemando integrado en la sala de control. No necesitará, por tanto, presencia humana continua, limitándose ésta a operaciones programadas de mantenimiento o revisiones periódicas de equipos, por lo que el riesgo de accidente laboral será muy pequeño.
- Con el objeto de evitar que la población pueda sufrir accidente alguno como consecuencia de la realización de las obras, se procederá a la instalación de un cerramiento eficaz que impida el libre acceso del personal no autorizado a la zona de actuación. La valla perimetral constará de carteles indicativos de peligro con objeto de advertir la prohibición y evitar el acceso de personas ajenas a la instalación.
- El riesgo de incendio disminuirá con los sistemas automáticos de protección de todos los equipos, que provocarán su puesta fuera de servicio ante cualquier anomalía que ocasiona sobreintensidades, sobretensiones y calentamientos anormales en la explotación de este tipo de instalaciones. La puesta a tierra de la SAT y las autoválvulas o pararrayos que protegen los transformadores frente a las sobretensiones bien de origen atmosférico o de

operación, aumentarán la seguridad de todos los sistemas y equipos susceptibles de convertirse en foco de incendio.

- Se realizarán las obras en el menor tiempo posible, con objeto de disminuir al máximo las molestias a la población.
- Si durante los trabajos de excavación apareciese cualquier tipo de resto de interés histórico, arqueológico o paleontológico, se pondrá en conocimiento del Servei de Patrimoni Arqueològic i Etnològic de la Conselleria de Cultura, Educació i Ciència.
- Se evitarán daños en las parcelas adyacentes. En caso de efectuarse daños durante la construcción e instalación de la SAT a las propiedades, dichos daños serán rehabilitados o se compensarán los mismos de común acuerdo con los propietarios afectados.
- Todos los materiales necesarios para el proyecto, deberán almacenarse, siempre que se pueda, en el interior de la parcela de la SAT, evitando así la alteración de otras áreas.

PAISAJE

- Respecto al paisaje, algunas de las medidas aportadas ya conllevan una minimización implícita de la afección paisajística, así como otras propias del diseño de la SAT y de su localización en una parcela apantallada por la vegetación del entorno.

18.4.2. Medidas correctoras

Las medidas correctoras propuestas se han diseñado en función del tipo y características de las alteraciones producidas. El objetivo de estas medidas es, por una parte, evitar en la medida de lo posible el impacto. Por otra parte, se pretende reducir la intensidad del impacto, cambiar las características del mismo y compensarlo, de tal forma que el resultado final sea una situación admisible con respecto al territorio.

Las medidas correctoras definidas en este apartado responden fundamentalmente a los criterios de construcción de las infraestructuras de la SAT y a los criterios de recuperación de la superficie afectada, intentando devolver al medio un aspecto lo más agradable posible y reduciendo los riesgos y/o procesos que pudieran aparecer.

Las actuaciones propuestas se llevarán a cabo simultáneamente durante la fase de construcción y una vez finalizada ésta, su objetivo fundamental será la minimización de los impactos generados por la instalación de la SAT. Los tratamientos afectan fundamentalmente al entorno de la misma y siguen criterios de integración de la obra con el medio.

- Una vez finalizadas las obras, se efectuará la limpieza general de la zona, con el objeto de que no quede ningún material inservible perteneciente a la misma. Todos los residuos de obra se retirarán del lugar gestionándose debidamente.
- Asimismo, se remodelarán o recuperarán todas aquellas infraestructuras que pudieran resultar dañadas por las obras.

18.5. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La vigilancia ambiental puede definirse como el proceso de control y seguimiento de los aspectos medioambientales del proyecto. Su objetivo es establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras contenidas en el análisis del impacto ambiental. Además, el programa debe permitir la valoración de los impactos que sean difícilmente cuantificables o detectables en la fase de estudio, pudiendo diseñar nuevas medidas correctoras en el caso de que las existentes no sean suficientes.

La finalidad básica del seguimiento y control consistirá en evitar y subsanar en lo posible, los principales problemas que puedan surgir durante la ejecución de las medidas protectoras y correctoras.

Se llevarán a cabo una serie de procesos de seguimiento y control:

- Se comprobará que todas las actuaciones necesarias para la instalación de la SAT se realizan en el interior de la parcela donde se proyecta la actuación.
- Se comprobará que el parque de maquinaria, almacén de aceites y combustibles, etc., así como los lavados de maquinaria y puestas a punto de la misma, se localizan en los lugares definidos a tal efecto al comienzo de las obras y no aleatoriamente en cualquier superficie.
- Se comprobará que el nivel de ruido producido no supera los límites máximos establecidos en la legislación vigente.
- Se controlará que los residuos o cualquier otro material sobrante de la obra son retirados de forma conveniente.
- Se controlará que los aceites procedentes de los transformadores son almacenados y gestionados convenientemente.
- Se comprobará el estado de los usos afectados por la ejecución de las obras.

Una vez realizada la instalación de la SAT, se comprobará que las alteraciones e impactos se ajustan a la valoración de impactos ambientales realizada, y, en caso contrario, se modificarán las medidas protectoras y correctoras que se consideren necesarias para minimizar los posibles impactos residuales.

19. DOCUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PROYECTO

1. MEMORIA

ANEXOS A LA MEMORIA

- ANEXO A. Estudio de Seguridad y Salud
- ANEXO B. Cálculos Puesta a Tierra
- ANEXO C. Pliego de Condiciones Técnicas
- ANEXO D. Planos

NÚMERO	TÍTULO
1	UBICACIÓN SUBESTACIÓN
2	UNIFILAR SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN 110/25 kV
3	CELDAS MEDIA TENSIÓN 25 kV
4	PLANTA SUBESTACIÓN
5	PLANTA GENERAL (ZONAS DE RIESGO Y VULNERABLES)
6	PLANTA BAJA EDIFICIO (ZONAS DE RIESGO Y VULNERABLES)
7	PLANTA SÓTANO EDIFICIO (ZONAS DE RIESGO Y VULNERABLES)
8	PLANTA GENERAL (SECTORIZACIÓN)
9	PLANTA BAJA EDIFICIO (SECTORIZACIÓN)
10	PLANTA SOTANO EDIFICIO (SECTORIZACIÓN)
11	PLANTA BAJA EDIFICIO (ELEMENTOS)
12	PLANTA SOTANO EDIFICIO (ELEMENTOS)
13	PLANTA GENERAL (RECORRIDO EVACUACIÓN)
14	PLANTA BAJA EDIFICIO (RECORRIDO EVACUACIÓN)
15	PLANTA SOTANO EDIFICIO (RECORRIDO EVACUACIÓN)
16	SISTEMA PaT

20. PRESUPUESTO

20.1. PRESUPUESTO TOTAL SAT 110/25 kV

PROYECTO OBRA CIVIL1.384.437,04 €

PROYECTO ELECTROMECÁNICO454.545,46 €

PROYECTO CONTROL290.370,24 €

TOTAL PRESUPUESTO SAT CORÇA 110/25 kV.....2.275.556,24 €

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de **DOS MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y SEIS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS DE EURO** [8].

20.2. PRESUPUESTO PROYECTO OBRA CIVIL SAT CORÇA 110/25 kV

20.2.1. Obra civil parque

Movimiento de tierras.....310.506,77 €

Acondicionamiento vías de acceso52.369,77 €

20.2.2. Parque de intemperie

Red de recogida de aceites55.585,87 €

Transformadores de potencia.....104.484,71 €

Bancos condensadores.....4.724,08 €

Elementos varios parque.....50.383,76 €

Canalizaciones cableado potencia y control.....46.404,36 €

Drenajes de parque143.313,08 €

Alumbrado y fuerza parque6.139,49 €



Red inferior de tierra (primaria) 47.818,51 €

Urbanización 240.293,11 €

20.2.3. Edificio

Estructura IN SITU 78.140,39 €

Estructura prefabricada 128.431,45 €

Tabiquería 765,68 €

Revestimientos y pinturas 3.900,73 €

Pavimentos..... 14.908,40 €

Carpinterías y pequeña estructura 9.558,76 €

Instalación fontanería y desagües 16.231,78 €

Elementos varios..... 56.446,34 €

20.2.4. Seguridad y salud

Equipamiento y formaciones 14.203,50 €

TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO OBRA CIVIL..... 1.384.640,54 €

La parte del presupuesto total correspondiente al presupuesto del proyecto de obra civil asciende a **UN MILLÓN TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS CUARENTA CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO.**

20.3. PRESUPUESTO PROYECTO ELECTROMECAÁNICO SAT CORÇA 110/25 kV

20.3.1. Montaje / Desmontaje potencia

Red de tierras..... 46.193,80 €

Estructuras / Chapa / Rejas..... 124.408,27 €

Montajes embarrados (cables)	1.547,80 €
Montaje embarrados (tubos / pletinas).....	9.754,52€
Montaje cadenas de amarre	1.624,14 €
Montaje aisladores soporte	19.611,84 €
Montaje piezas de conexión	24.337,53 €
Montaje TM / bobinas / seccionador	3.349,47 €
Montaje pararrayos interruptores / resto	3.889,15 €
Cables de potencia	43.304,05 €

20.3.2. Comunes subestación

Tubos (PVC / acero / flexibles)	19.975,72 €
Bandejas	9.284,29 €
Tendido cables BT.....	11.327,40 €
Alumbrado.....	33.538,80 €
Extinción	57.778,30 €
Detección / Antiintrusión	7.425,80 €
Trabajos por administración	37.144,58 €
Elementos varios	85.585,21 €

TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO ELECTROMECAÁNICO.....454.545,46 €

La parte del presupuesto total correspondiente al presupuesto del proyecto electromecánico asciende a **CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO.**

20.4. PRESUPUESTO PROYECTO DE CONTROL SAT CORÇA 110/25 kV

20.4.1. Montajes / Sustituciones Control / Protección / Telecontrol

Montajes posiciones completas control y protección 160.986,08 €

Montaje de armarios 5.458,82 €

20.4.2. Comunes subestación

Tendido cables de control / Telecontrol 70.276,04 €

Embornado de puntas 53.649,30 €

TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO DE CONTROL 290.370,24 €

La parte del presupuesto total correspondiente al presupuesto del proyecto control asciende a
DOSCIENTOS NOVENTA MIL TRESCIENTOS SETENTA CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS DE EURO.

CONCLUSIONES

El objetivo de este proyecto es el diseño de una subestación de distribución 110/25 kV en el municipio de Corçà (Girona). En el caso de que fuera construida, mejoraría la calidad del suministro en los municipios colindantes.

Cabe destacar que la elección de la ubicación de la subestación busca abaratar costes. La subestación está ubicada cerca de dos líneas de alta tensión, lo cual supone un ahorro significativo a la hora de hacer llegar estas dos líneas hasta la subestación. Además, el terreno donde está situada presenta muy poco desnivel, lo cual es idóneo para su construcción.

Al estar en un entorno rural, conseguir los permisos para su construcción quizás sea una tarea un poco ardua; pero, como muestra el estudio de análisis ambiental, es la localización idónea para su construcción.

Se ha decidido utilizar la configuración típica de una subestación en ámbito rural. Un factor importante de esta subestación, que la diferencia de las mismas de su tipo, es que se ha dejado espacio para un tercer transformador. El objetivo es conservar la calidad de suministro si en un futuro aumenta la demanda energética de la zona.

El proyecto ha consistido en el diseño de las diversas partes que componen una subestación: parque AT, parque MT, transformación 110/25 kV, sistema de control y protección, sistema de servicios auxiliares, sistema de medida, sistema de telecomunicaciones, sistema de puesta a tierra y sistema de seguridad.

Por otro lado, se ha decidido eliminar el sistema contra incendios mediante agua pulverizada en los transformadores de potencia. Según un estudio de Endesa, la probabilidad que se produzca un incendio en un transformador es muy pequeña. En el caso que lo hubiera, al estar la subestación próxima a diferentes municipios, los bomberos no tardarían en aparecer.

Se ha decidido destinar este dinero a garantizar la fiabilidad del parque MT. Muchas subestaciones disponen de únicamente un juego de doble barra, las cuales ya disponen de cierto grado de seguridad. La presente subestación dispone de dos juegos de doble barra unidos por acoplamiento transversal con interruptor. Esto supone una seguridad adicional en el caso de fallo de alguna barra y/o transformador para garantizar el suministro de MT a los alrededores.

Cabe a destacar que antes de la realización de este proyecto mi conocimiento sobre subestaciones era muy limitado. Me ha servido para ampliar de forma significativa mis conocimientos sobre la alta tensión y he descubierto un nuevo campo en el cual me podría enfocar en el mundo laboral.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Máster en Proyecto, Construcción y Mantenimiento de Infraestructuras Eléctricas de Alta Tensión. *Módulo 4: Subestaciones. Tema 1: Funciones y características de las subestaciones eléctricas de alta tensión*. Madrid: septiembre 2016 [Consulta: 2 febrero 2018].
- [2] Endesa Distribución. *Instrucción operativa n.º 960. Criterios de diseño de subestaciones*. Versión nº1. España: 25 octubre 2017 [Consulta: 10 febrero 2018].
- [3] Endesa Distribución. *Criterios de diseño de subestaciones*. 7ª edición. España: julio 2011. [Consulta: 15 febrero 2018].
- [4] Máster en Proyecto, Construcción y Mantenimiento de Infraestructuras Eléctricas de Alta Tensión. *Módulo 4: Subestaciones. Tema 5: Proyecto y construcción de subestaciones eléctricas de alta tensión*. Madrid: septiembre 2016 [Consulta: 20 febrero 2018].
- [5] POUM La Bisbal d'Empordà. *Document i Territori Medi Ambient* [en línea] [Consulta: 17 enero 2018]. Disponible en: http://www.labisbal.cat/documents/poum/AI_DOCUMENT_I_ESTUDIS_PRELIMINARS_A_MBIENTALS.pdf.
- [6] Casmar. *Central de alarmas bidireccional de 8-16/192 zonas* [en línea] [Consulta: 15 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://casmar.es/intrusion/sistemas-caddx/centrales-networx-v2-y-v3/nx8elxt.html>.
- [7] Iberdrola. *Estudio de impacto ambiental de la subestación transformadora de 220/20 kV el Cantalar, provincia de Albacete* [en línea]. Albacete: septiembre 2004 [Consulta: 14 mayo 2018]. Disponible en: https://www.iberdroladistribucion.es/socdis/gc/prod/es_ES/contenidos/docs/redes_Cantalar.pdf.
- [8] Martínez Ropero, C. Proyecto técnico de una subestación transformadora 220/45/20 kV: cálculo de la red de tierras [en línea]. Proyecto Final de Carrera, UC3M, Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería Mecánica, 2013 [Consulta: 28 mayo 2018]. Disponible en: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/18194/PFC_Cesar_Martin_Ropero.pdf.

